

7

DER EINFLUSS DER SELEKTIVEN PROXIMALEN VAGOTOMIE
IN VERBINDUNG MIT FORM – UND FUNKTIONSGERECHTER
PYLOROPLASTIK AUF DIE MAGENENTLEERUNG.

SONOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN.

Vinzenz Bundschuh

—

1979

—

Aus der Chirurgischen Poliklinik der Universität München

Direktor : Prof. Dr. med. F. HOLLE

DER EINFLUSS DER SELEKTIVEN PROXIMALEN VAGOTOMIE
IN VERBINDUNG MIT FORM - UND FUNKTIONSGERECHTER
PYLOROPLASTIK AUF DIE MAGENENTLEERUNG
SONOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians - Universität zu München

vorgelegt von
Vinzenz Bundschuh
aus

Nördlingen

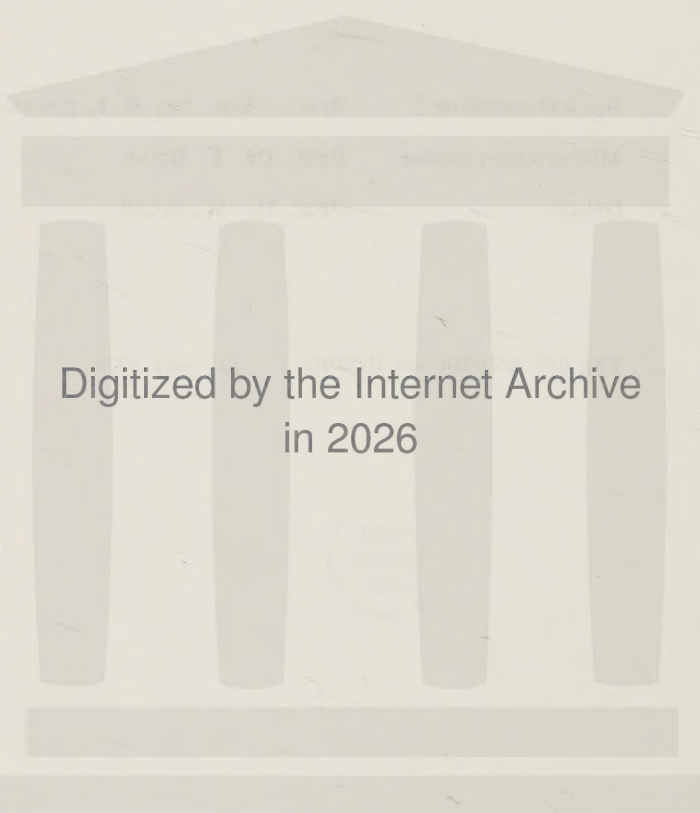
München 1978



Mit Genehmigung des
Fachbereichs Medizin der Universität München

Berichterstatter : Priv. - Doz. Dr. W. L. Brückner
Mitberichterstatter: Prof. Dr. F. Holle
Dekan : Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung : 26. Juni 1979



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Meinen Eltern und Cathy

INHALTSVERZEICHNIS

I.	Einleitung und Problemstellung	1
II.	Herkömmliche Methoden der Entleerungsmessung	3
III.	Methode der Magenentleerungssonographie	5
IV.	Ergebnisse	19
V.	Diskussion	45
VI.	Zusammenfassung	62
VII.	Anhang : Kurven und Tabellen	63
VIII.	Literatur	124
IX.	Lebenslauf	

EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

In der Pathophysiologie und Chirurgie des Gastroduodenalulkus hat die Erforschung von Motilität und Entleerungsfunktion des Magens zentrale Bedeutung erlangt.

Dies wird verständlich, wenn man bedenkt, daß eine gestörte Magenentleerung bzw. - Motilität in ursächlichen Zusammenhang mit der Ulkulentstehung gebracht wird, daß weiterhin die Symptomatik der Retention oder der Sturzentleerung des Mageninhaltes für den Patienten eine nicht unerhebliche Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens darstellt.

Mit dem Ziel, diesen besonders in der postoperativen Phase nach resezierenden Eingriffen am Magen auftretenden Komplikationen durch verbesserte Operationstechniken zu begegnen, ging man daran, die Magenentleerung und - Motilität objektivierbar zu qualifizieren und zu quantifizieren.

Während sich nun in der Literatur ausführliche Angaben zur Magenmotilität finden, sind die Ausführungen zur Magenentleerung etwas spärlich. Dies scheint umso unverständlicher, als bald feststand, daß eine ungestörte Motorik nicht zwangsläufig eine ungestörte Entleerung zur Folge haben muß. Der Grund lag in der Tatsache, daß keine geeignete Methode zur Verfügung stand, ohne allzu großen Aufwand und Unannehmlichkeiten für den Patienten, repräsentative, einwandfreie Ergebnisse zu bekommen. Die bisherigen Möglichkeiten zur Erfassung des Entleerungsverhaltens, sowie deren teils erhebliche methodische und mit Interpretationsschwierigkeiten behaftete Nachteile sind im folgenden Abschnitt zusammengefaßt.

An dieser Stelle sei nur die Beurteilung der Magenentleerung im Rahmen einer Magen - Brei - Passage erwähnt, wie sie an der

Chirurgischen Poliklinik der Universität München routinemäßig durchgeführt wird. Damit erhält man in einigen Fällen eine grob quantitative Abschätzung, die fehlende eindeutige, insbesondere qualitative Aussage beinhaltet jedoch schwerwiegende Risiken der Fehlinterpretation. Aus diesem Grunde sollte die Methode bald nur noch historisches Interesse finden.

In neuerer Zeit interessiert vor allem die Magenentleerung nach "Selektiv proximaler Vagotomie", dabei besonders die Problematik, ob man diese zum Ausgleich des Motilitätsverlustes durch die weite kaudale Denervierung des Magens mit einer Drainageoperation (form- und funktionsgerechte Pyloroplastik nach HOLLE) kombinieren soll, oder nicht. Einer weitgehend normalen Magenentleerung kommt hier die entscheidende Bedeutung zu.

Die von STEIN und Mitarbeitern entwickelte, sonographische Messung der Magenentleerung, bietet sich als klinisch einfach durchzuführende und reproduzierbare Methode an. Der Vorteil, daß alle Entleerungsstudien mit einer physiologisch zusammengesetzten Nahrung, ohne Veränderung von Chemismus und Milieu des Mageninhaltes, sowie ohne Strahlenbelastung gewonnen werden können, kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden.

Ziel dieser Dissertation ist es, erstmalig die Magenentleerung bei Ulcus - duodeni - Patienten praeoperativ und postoperativ nach selektiv proximaler Vagotomie und form- und funktionsgerechter Pyloroplastik mit Hilfe der Sonographie quantitativ und qualitativ zu messen.

HERKÖMMLICHE MESSMETHODEN DER MAGENENTLEERUNG

Radiologische Methoden

Nach der Markierung von Nahrung mit einem Kontrastmittel oder radioaktiven Isotopen kann man die Magenentleerung radiologisch untersuchen. Auf die schwerwiegenden Nachteile der Beurteilung der Entleerungsfunktion im Rahmen der für die morphologische Diagnostik dominierenden Magen - Brei - Passage wurde schon hingewiesen. Röntgenkinematographische Studien ergeben eine gute Vorstellung über die Magenmotilität, spiegeln aber die Magenentleerung nur ungenügend wieder. Beiden Methoden ist das Fehlen der dritten Dimension gemeinsam, die ungenügende Reproduzierbarkeit läßt sich nur durch weiteren technischen Aufwand verbessern. Die Dokumentation auf Röntgenfilm, sowie die Eichung der Messung mittels bekannter Volumina sind Voraussetzungen für eine ausreichende Beurteilung der Entleerung. Ungewiß ist schließlich, ob sich die verwendeten Kontrastmittel inert verhalten, d. h., weder durch Chemismus, noch durch physikalische Eigenschaften die Magenentleerung beeinflussen. Der übliche Bariumbrei z. B. besitzt ein spezifisches Gewicht, das etwa 4,5 mal größer als das der Nahrung ist, und vermittelt insofern kein unbeeinflußtes, physiologisches Bild der Entleerung.

Historisches Interesse kommt noch der Methode von HEDBLUM und CANNON zu, die die Magenentleerung nach der Länge von markierten und röntgenologisch erfaßten Nahrungsmittelsäulen im Duodenum in Abhängigkeit von der Zeit beurteilten. Neben schon erwähnten Nachteilen läßt die Resorption von Nahrungsbestandteilen die Kontrastmittelsäulen bald wieder schrumpfen, sodaß die Methode nur für kurze Zeit postprandial anwendbar ist.

Nach radioaktiver Markierung von Testnahrung läßt sich ein zum Zeitpunkt t im Magen befindliches Volumen auf zweierlei Arten bestimmen:

Zum einen kann man mit gewöhnlicher Szintigraphie die Aktivitätsmenge über der Magenregion zu verschiedenen Zeiten bestimmen und zur aufgenommenen Aktivitätsmenge in Beziehung setzen. Großer Nachteil dabei ist die Dauer der Registrierung, während der sich der Magen natürlich entleert.

Zum anderen wurde mit der Messung der Strahlung mit einer Gamma-Kamera eine Methode entwickelt, die Magenentleerung kontinuierlich zu studieren. Inwieweit sie sich bewährt, muß erst gezeigt werden.

Gemeinsamer Nachteil aller radiologischen Verfahren ist die unvermeidliche Strahlenbelastung, die multiple Untersuchungen im Interesse einer umfassenden Informationsgewinnung bedenklich erscheinen läßt.

Entleerungsmessung durch Magen - Duodenalsondierung

Nach Aufnahme einer definierten Testmahlzeit wird dem Probanden nach einer bestimmten Zeit der verbleibende Mageninhalt abgesaugt und gemessen. Dies Verfahren wiederholt man an mehreren Tagen zu unterschiedlichen Zeitpunkten von der Nahrungsaufnahme an gerechnet. Man markiert außerdem die Testnahrung, um die Verdünnung durch produzierten Magensaft rechnerisch zu eliminieren. Die Ergebnisse sind stark abhängig von dem Grad, mit dem es gelingt, die Versuchsbedingungen zu standardisieren. Die Methode bedeutet eine außerordentlich starke Belastung für den Patienten. Drainiert man das entleerte Volumen durch eine Duodenalfistel, so ist die Entleerung erheblich beschleunigt, refundiert man die Nahrung wieder ins Duodenum, so erfolgt die Entleerung wieder langsamer. Die Methode eignet sich nur zu Studien, bei denen die von postpylorischen Rezeptoren ausgehende, fehlende Inhibition bewußt in Kauf genommen wird. Das Absaugen des Duodenalinhaltes ist mit größeren technischen Schwierigkeiten behaftet (Duodenalsonde !), liefert aber durchaus brauchbare Ergebnisse.

METHODE DER MAGENENTLEERUNGSSONOGRAPHIE

Physikalische Grundlagen der Ultraschalldiagnostik

Wird ein Massenpunkt periodisch in einer Zustandsgröße, z.B. der Abweichung um seine Ruhelage, verändert, so führt dieser Massenpunkt eine mechanische Schwingung aus. Befinden sich in seiner Nähe mit ihm gekoppelt noch weitere Massenpunkte, so werden diese mit einer gewissen zeitlichen Verschiebung zum jeweils anregenden Punkt ebenfalls in Schwingungen versetzt. Den zeitlich und örtlich periodisch veränderten Schwingungszustand nennt man eine Welle. Sie wird durch die Wellenlänge λ , die Frequenz ν , sowie durch ihre Amplitude charakterisiert. Die Wanderungsgeschwindigkeit ergibt sich aus : $c = \nu \cdot \lambda$. Da der einzelne schwingende Massenpunkt die absolute Lage seines Nullpunktes dabei nicht ändert, findet bei einer Welle kein Materietransport, sondern nur ein Energietransport statt. Wellen, deren Schwingungsrichtung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung steht, nennt man Transversalwellen, schwingen die Teilchen nur in Ausbreitungsrichtung, Longitudinalwellen.

Ultraschallwellen bestehen aus mechanischen Longitudinalwellen, die sich vom Hörschall nur durch die verschiedene Frequenz unterscheiden:

Hörschall : $16 \text{ Hz} < f < 20 \text{ kHz}$

Ultraschall : $f > 20 \text{ kHz}$

Sie können im menschlichen Körper auftreten, da auf Grund seiner molekularen Struktur Teilchen elastisch gegeneinander schwingen können. Werden diese nur ganz kurzfristig zum Schwingen gebracht, so spricht man von einem Impuls. Die Schwingungsamplitude des einzelnen Teilchens beträgt bei der medizinisch angewandten Frequenz von 20 MHz nur ca. 10^{-9} m . Beträchtlich höher liegt die Geschwindigkeit mit 10^{-2} m/s und die Beschleunigung mit 10^5 m/s^2 . Der resultierende Schallwechseldruck beträgt etwa 0,2 bar.

Von großer Wichtigkeit ist die Angabe der Intensität des Ultraschalls. Diese wird in Watt/cm^2 gemessen und ist dem Quadrat der Druckamplitude proportional.

Im Gewebe gehorchen die Ultraschallwellen den physikalischen Gesetzen der Brechung, der Reflexion und der Beugung. Der Grad der Reflexion hängt vom Unterschied der Schallkennwiderstände (akustische Impedanz z) der benachbarten Medien ab. Beugung und Interferenz sind bedeutsam für die Ausdehnung des Schallfeldes einer Ultraschallquelle.

Erzeugung und Empfang von Ultraschallwellen

Eine Ultraschallquelle ließe sich theoretisch mit Hilfe eines Kreis - kolbenschwingers herstellen, doch ist dieses wegen der hohen benötigten Frequenzen technisch kaum praktikabel. Man bedient sich heute für medizinische Zwecke der elektromechanischen Schallgeber nach dem piezoelektrischen Prinzip. Dieses beruht auf der Beobachtung, daß man bei Kompression geeigneter Kristalle oder keramischer Sinterkörper Spannungen an deren Oberfläche abgreifen kann. Kehrt man den piezoelektrischen Effekt um, legt man also eine Wechselspannung (möglichst im Bereich der mechanischen Eigenschwingungsfrequenz) an die Oberfläche einer der genannten Substanzen, so beginnen diese mit der Frequenz der Wechselspannung zu schwingen.

Auch für den Empfang der reflektierten Ultraschallwelle bedient man sich wieder des piezoelektrischen Effektes, das hat den Vorteil, daß man Sender und Empfänger nach dem gleichen Prinzip bauen kann. Technisch geht man noch einen Schritt weiter, indem man bei den heute üblichen Impulsschallverfahren den Sender in den Sendepausen gleichzeitig als Empfänger für die reflektierten Ultraschallwellen benutzt.

Die Verfahren der Ultraschalluntersuchung

1. Eindimensionales A - Verfahren (A - scan)

Der Ultraschallsender sendet Impulse längs einer Geraden, die durch Stellung des Senders willkürlich wählbar ist. An den Empfangsteil ist ein Oszilloskop angegliedert, dessen Elektronenstrahl je nach Intensität und Lokalisation der registrierten Echos in eine Richtung ausgelenkt wird. Mittels dieser Methode lassen sich somit reflektierende Grenzflächen längs einer Geraden erkennen. Sie dient in der Praxis z.B. der Klärung raumfordernder intrakranieller Prozesse (Hämatom).

2. Eindimensionale Motion / Time - Registrierung (M - scan)

Das Verfahren dient zum Nachweis bewegter Strukturen längs der gewählten Schallgeraden, so z.B. der Bewegung einer Herzklappe. Dabei wird der sich ständig ändernde Abstand Ultraschallkopf — — reflektierende Fläche in Abhängigkeit von der Zeit registriert. Die zurückkehrenden Echos lenken aber hier den Leuchtpunkt des Oszillographen nicht ab, sondern steuern ihn in Abhängigkeit von der Echointensität hell. Erfolgt nun eine Verschiebung der Bildschirmzeile parallel zu sich selbst, erhält man von einer Bewegung ein anschauliches Ergebnis in Form einer sägezahnähnlichen Kurve. Deren Steilheit ist ein Maß für die Geschwindigkeit der Bewegung, ihre Amplitude für den Grad der Auslenkung.

3. Nachweis bewegter Strukturen mittels DOPPLER - Effekt

In Abhängigkeit von Grad und Richtung der Geschwindigkeit einer reflektierenden Grenzfläche erfährt die Frequenz des Ultraschallechos eine proportionale Änderung. Bewegt sich eine reflektierende Fläche auf die Ultraschallquelle zu, so erhöht sich die Frequenz des reflektierten Strahles, und umgekehrt (DOPPLER - Effekt).

Aus der registrierten Schallfrequenzdifferenz erhält man nachrichtentechnisch eine Information über den Grad der Bewegung einer reflektierenden Struktur. Die DOPPLER - Methode wird hauptsächlich zur Diagnostik intravasaler Strömungsverhältnisse angewendet.

4. Zweidimensionale Ultraschall - Echolaminographie (B - scan)

Wegen der Bedeutung der zweidimensionalen Echolaminographie in Bezug auf diese Arbeit wird das Prinzip etwas ausführlicher dargestellt.

Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Anwendungsarten erfolgt hier die Schallausbreitung nicht entlang einer Geraden, sondern längs einer Ebene. Die Beschallung dieser Ebene ist nicht kontinuierlich, sie wird jedoch durch eine große Anzahl parallel in dieser Ebene liegender Strahlen gut angenähert.

Technisch wird dies beim verwendeten Gerät der Firma SIEMENS durch einen auf der Brennnlinie eines akustischen Parabolspiegels rotierenden Schallkopf realisiert, die gegen den Spiegel gerichteten Schallimpulse werden in einer Ebene parallelgerichtet. (Abb. 1). Das System ist in ein Wasserbad eingebettet, die Wasservorlaufstrecke endet an einer schalldurchlässigen Folie, die luftfrei, mit einer Gelzwischenschicht an den Patienten angekoppelt wird.

Alle im untersuchten Körperabschnitt auftretenden Ultraschallechos werden von einem Positionscomputer je nach Lagekoordination der emittierten Strahlen und des Schallkopfes exakt elektronisch lokalisiert und mit analogen Koordinaten auf dem Leuchtschirm des Speicheroszilloskops dargestellt. Die Darstellung in der üblichen Zackenschrift ist dabei unbrauchbar, weil Echobildpunkte verschiedener Zeilen nahe beieinander liegen können. Es bietet sich auch hier wieder die Bildpunkt-hellsteuerung an, d. h., die Echos erscheinen je nach Intensität als Lichtpunkte unterschiedlicher Helligkeit und analog koordiniert auf dem Bildschirm.

Das Auflösungsvermögen für Ultraschall, definiert als die Anzahl der Bildpunkte, die gerade noch längs eines Zentimeters getrennt dargestellt werden können, hängt mit der Länge der Impulse, bzw. mit der Wellenlänge zusammen. Für das Auflösungsvermögen in Zeilenrichtung (Längsauflösungsvermögen) gilt:

$$A = 10 / \text{cm} ,$$

man kann folglich zwei Objektpunkte, die 1mm voneinander entfernt sind, noch getrennt abbilden. Das Auflösungsvermögen senkrecht zur Zeilenrichtung (Querauflösungsvermögen) ist weniger gut, bei besseren Geräten werden Werte um 3 / cm erreicht.

Zu den Parametern, die vom Untersucher am Verstärkerteil der Ultraschallapparatur reguliert werden können, gehören Empfindlichkeit, Tiefenausgleich und Kontrastanhebung. Die optimale Abbildung der untersuchten Region ist dann gewährleistet, wenn tiefe und oberflächlich reflektierende Strukturen mit gleich deutlichen Reflexionsmarken zur Darstellung kommen, und der Anteil der Störechos möglichst klein ist.

Als Empfindlichkeit bezeichnet man das Vermögen, bis zu welchem Grad eine einzelne akustische Struktur geringstmöglicher Ausdehnung abgebildet werden kann. Sie liegt maximal bei Objekten, deren Querausdehnung kleiner ist als der Strahlquerschnitt. Bei zu geringer Einstellung der Empfindlichkeit erfolgt nur eine unvollständige Abbildung vorhandener Strukturen, während eine zu hohe Einstellung Störimpulse und Objektdeformierungen zur Folge hat.

Durch den Tiefenausgleich werden die Echosignale umso mehr verstärkt, je länger die Laufzeit des Signals vom Echokopf zur reflektierenden Struktur und zurück ist. Man erhält bei richtiger Einstellung die Echoimpulse verschiedener Tiefen mit gleicher Helligkeit auf dem Oszilloskopschirm, Energieverluste des Echos durch Reibung etc. werden somit kompensiert. Die Tiefenkomensation erfolgt durch einen Verstärker mit regulierbarer logarithmischer Charakteristik.

Schließlich lassen sich durch die Kontrastanhebung geringe Energie -
differenzen reflektierter Impulse verdeutlichen.

Beim Ultraschall - B - Verfahren können Bildfehler auftreten, die sich
auch bei einer optimalen Apparatur nicht vermeiden lassen.

Dies wären:

1. Nicht jedem Bildpunkt ist ein Objektpunkt zugeordnet, und umgekehrt;
2. es treten sogenannte objektbedingte Bildfehler auf, z.B. eine Bild-
aufhellung nach Gebieten geringer Absorption (Cysten), und Schatten-
bildung hinter stark reflektierenden Grenzflächen bzw. Zonen sehr hoher
Absorption (Rippen).

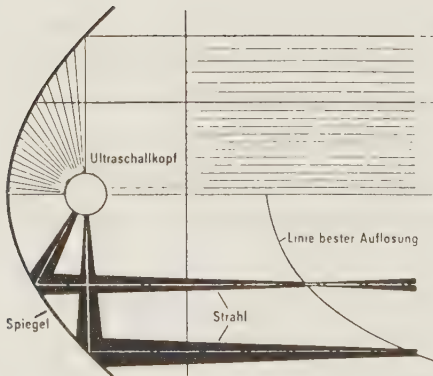


Abb. 1 : Ultraschallapplikator mit rotierender Schallquelle.
Parallelrichtung der Strahlen in einer Ebene.
(Aus KRESSE (21)).

Das sonographische Magenmodell

Nach einer von uns modifizierten und verbesserten Idee von STEIN und Mitarbeitern (1972) läßt sich das Magenvolumen mit Hilfe des Ultraschall - B - Bild Verfahrens bestimmen :

Es werden möglichst viele horizontale Schnitte im Abstand von je einem Zentimeter vom Kardial - Fundus Bereich bis zum Pylorus - Antrum Bereich durch den Magen gelegt. Multipliziert man die Fläche des einzelnen Ultraschallschnittes mit dem Schnittabstand, so erhält man das Volumen einer Magenscheibe. Die Summe der Volumina aller Magenscheiben ergibt dann das Gesamtvolumen des Mageninhaltes. Das minimal darstellbare Volumen mit der Ultraschallschichtung beträgt etwa 50 — 100 ml.

Es muß nicht betont werden, daß sich der Magen nach diesem Modell natürlich nur sonographisch darstellt, wenn er vorher mit einer entsprechenden Testnahrung aufgefüllt wurde.

Wiederholt man nun das geschilderte Verfahren zu verschiedenen Zeitpunkten von der Nahrungsaufnahme an gerechnet, erhält man ein differenziertes Bild des Entleerungsverhaltens des Magens.

Die Reproduzierbarkeit dieser Methode wurde von STEIN und später auch die, der von uns leicht modifizierten, durch M.BUSSE nachgewiesen.

Das in Abbildung 2 dargestellte Modell dient zur Erläuterung.

Gerätebeschreibung - Versuchsbeschreibung

Zu den Messungen wurde ein "VIDOSON" - Ultraschall - B - Scanner (SIEMENS), zum Aufzeichnen der Schnittebenen ein Videogerät (SIRECORD , SIEMENS) und zur Bildübermittlung zwischen Ultraschallgerät und Videorecorder eine Fernsehkamera benutzt. (Abb. 3).

Die Patienten, die mehr als sechs Stunden gefastet hatten, bekamen eine standardisierte Testsuppe (800 ml) , die sie innerhalb von fünf Minuten trinken mußten.

Zwischenzeitlich wurde ihnen auf die rechte Bauchseite ein Pflaster mit horizontalen Markierungen im Abstand von je 1 cm geklebt, um die exakte Führung des Ultraschallkopfes zu erleichtern. Während der Messung mußten die Versuchspersonen so stehen, daß das Pflaster gespannt blieb. Variationen in der Haltung, und somit Variationen der Schnittebenen waren dadurch weitgehend eliminiert. Als Nullpunkt der Pflasterskala wurde die Höhe der Spitze des Processus xyphoideus angesetzt. Erfahrungsgemäß zeigte sich der Fundus des Magens nur wenig tiefer.

Sofort nach dem Trinken wurde die erste Messung durchgeführt, um das Ausgangsvolumen zu bestimmen, auf das sich alle späteren Messungen bezogen. Die Patienten standen während der Untersuchung, sie saßen in den Pausen. Da der Magen während der Messung seine Form ändern konnte, mußten alle Ultraschallschnitte so schnell wie möglich gelegt werden. Einem geübten Untersucher gelang dies in ca. 2 - 3 Sekunden pro Schnittebene. Diese wurde außerdem über ein Mikrophon synchron mit der Bildspeicherung auf dem Videoband aufgezeichnet.

Man gewann gewöhnlich 12 - 15 horizontale Magenscheiben, die sich in den oberen Abschnitten fast kreisrund, in den unteren mehr queroval darstellten. Manchmal waren die Randkonturen der oberen Scheiben nur unklar abzugrenzen, da sich die unteren Rippen der linken Thoraxhälfte als störend für das Ultraschallbild erwiesen.

Auf die prinzipiell mögliche vertikale Schnittführung wurde verzichtet, da sie nach den Angaben von STEIN weniger genau ist. Schlechte akustische Verhältnisse und ungünstige Beschallungsrichtung im Bereich der großen Krümmung lassen keine deutliche Magenbegrenzung links zu.

In den antrumnahen Regionen konnte man häufig Kontraktionen beobachten, man erhielt dann eine zweite Schnittfläche, die dem abgeschnürten Antrum - Pylorus - Bereich entsprach (Abb. 4).

Das beschriebene Verfahren wurde nun im Abstand von je 10 Minuten während eines Zeitraumes von 80 Minuten wiederholt. Die einzelnen Magenschnittebenen zu einem bestimmten Zeitpunkt wurden später vom Monitor des Videorecorders je mehrfach abgepaust, was durch das Standbildverfahren gut möglich war. Die erhaltenen 3 - 4 Flächen jeder Ebene wurden mit einem Planimeter bestimmt und rechnerisch gemittelt. Nach Multiplikation mit dem Schnittabstand ergab die Summe aller Magenscheiben das Magenvolumen zum jeweiligen Zeitpunkt.

Dasjenige Magenvolumen, das man sofort nach dem Trinken erhielt, (Zeitpunkt 0) wurde gleich 100 % gesetzt und alle weiteren prozentual darauf bezogen. Auf eine absolute Volumenmessung wurde aus folgenden Gründen verzichtet :

1. Während des Trinkens der Testsuppe entleert sich bereits der Magen. Folglich sind zu keinem Zeitpunkt der Untersuchung die getrunkenen 800 ml Suppe auch tatsächlich im Magen.

2. Es stellt sich also die Frage nach dem genauen zeitlichen Nullpunkt und dem dazugehörigen Magenvolumen. Mit der relativen Messung hingegen erhält man eine gewisse Standardisierung, d. h., es ist eindeutig ein Nullpunkt vorhanden, und alle Messungen gehen vom selben Ausgangspunkt aus (Magenvolumen zu $t = 0$: 100 %).

Daß dies gestattet ist, bewiesen die Forschungen von MARBAIX und HUNT : Unabhängig vom tatsächlichen Ausgangsvolumen ist die prozentuale Magenentleerungsrate in Abhängigkeit von der Zeit konstant.

Durch das geschilderte Auswertungsverfahren wird es verständlich, weshalb man die Messungen aufzeichnen muß, und nicht schon während der Untersuchung auswerten kann. Dies würde viel zu viel Zeit beanspruchen, in der sich der Magen in seiner Form verändert und sich entleert. Durch die schnelle Aufzeichnung und die spätere Auswertung in aller Ruhe erhält man sehr präzise das Magenvolumen zu einem Zeitpunkt $t + 0,5$ bis $+ 1$ Minute.

Die Meßergebnisse wurden unter mehreren Gesichtspunkten ausgewertet :

1. Trägt man die prozentualen Meßwerte des jeweiligen Magenvolumens von 0 - 80 Minuten auf Millimeterpapier auf und verbindet die einzelnen Punkte graphisch, erhält man die Kurve der zu den Zeitpunkten t noch im Magen verbliebenen Restvolumina. Daraus läßt sich direkt das entleerte Volumen ablesen.
2. Es wurde eine Berechnung der Entleerungsraten durchgeführt. Die Entleerungsrate ist definiert als entleertes Volumen in % pro 10 Minuten der Messung.
3. Aus der Kurve und den Entleerungsraten wurde eine Formanalyse durchgeführt. Dabei ging es im wesentlichen um die Entscheidung : linearer oder exponentieller Kurvenverlauf.
4. Die Magenentleerung kann durch die graphisch bestimmte Halbwertszeit $1/2 T$ beurteilt werden. Die Halbwertszeit $1/2 T$ entspricht der Zeit, in der die Hälfte des Ausgangsvolumens aus dem Magen in das Duodenum entleert ist. Mit der Einführung von $1/2 T$ gewinnt man eine grobe Vorstellung vom Entleerungsverhalten, ohne daß die Kurve nach den einzelnen Meßpunkten aufgeschlüsselt werden muß. Dies ist jedoch, wie sich zeigte, für genauere Studien unerlässlich.
5. Die erhaltenen Daten wurden untereinander und zur Kontrollgruppe (gesunde Patienten) mit Hilfe des STUDENT's t - Testes für verbundene und unverbundene Stichproben verglichen. Ein Ergebnis wurde als statistisch auffällig bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $0,05 > p > 0,01$, bzw. als signifikant verschieden bei $p < 0,01$ bezeichnet.

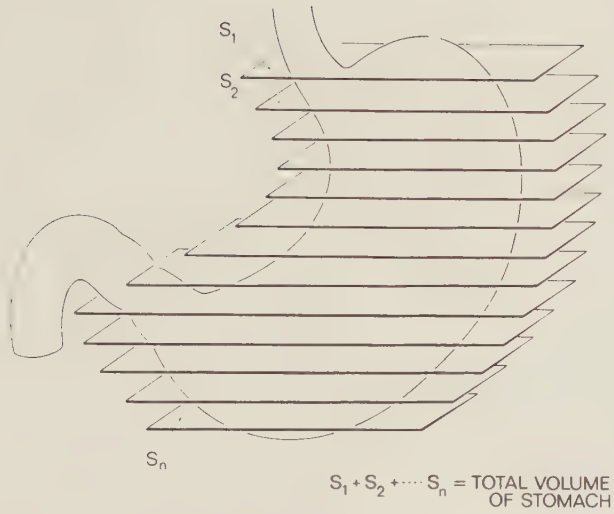


Abb. 2 : Sonographisches Magenmodell

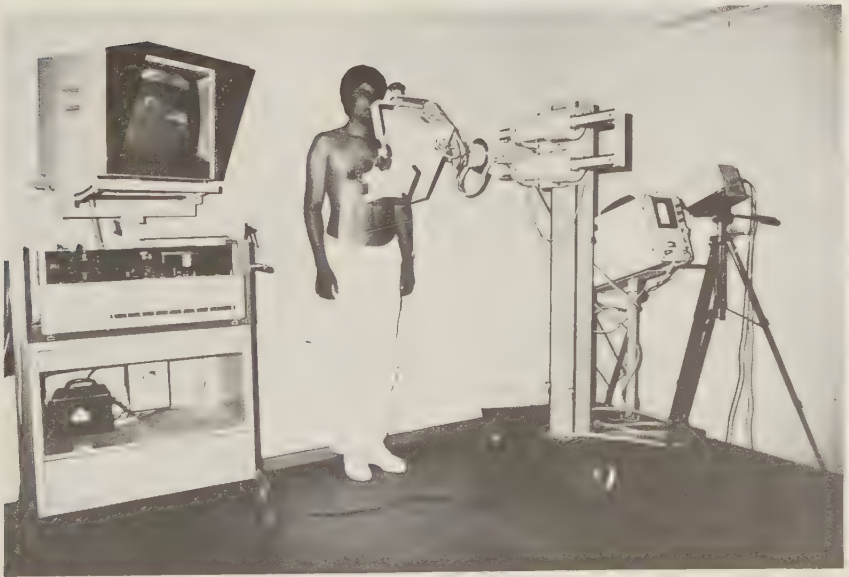


Abb. 3 : Versuchsanordnung: a) Ultraschallapplikator, b) Kontrollmonitor mit Bildspeichergerät, c) Fernsehkamera.

Die Testsuppe

Zur Durchführung der sonographischen Entleerungsstudien bekamen die Patienten 800 ml einer speziell zubereiteten Testsuppe zu trinken. Ihre Zusammensetzung ist aus der folgenden Tabelle (1) zu entnehmen :

	Eiweiß (g)	Fett (g)	KH (g)	Kcal
Mehl (24 g)	2,56	0,16	17,76	88,4
1 Eigelb	3,20	6,40	0,10	30,4
Fleischbrühe ad 800 ml	3,60	5,20	2,80	76,0
	9,36	11,76	20,66	194,8

Tab. 1 : Zusammensetzung der Testnahrung

Die Zusammensetzung der Testsuppe wurde empirisch ermittelt, da sie folgende Voraussetzungen erfüllen mußte:

1. Sie mußte ein klares, randscharfes, möglichst flimmerfreies Ultraschallbild ergeben. Mit Grieß und Eiweiß anstelle von Mehl und Eigelb erhielt man nicht auswertbare, viel zu unregelmäßige Schnittbilder.
2. Sie mußte für den Patienten gut verträglich sein, sodaß die 800 ml ohne Schwierigkeiten getrunken werden konnten. Mehr als 25g Mehl durfte man nicht verwenden, da sonst die Patienten rasch über Völlegefühl klagten.
3. Sie sollte so beschaffen sein, daß sie trotz enthaltender Kohlehydrate, Fett und Eiweiß physiologisch "inert" ist, d. h. , keine oder nur unwesentliche Wirkung auf die spezifischen postulierten Dünndarmrezeptoren besitzt, deren Erregung ihrerseits zu einer Entleerungssteuerung führen würde.

Patientenauswahl und Ulkusdiagnostik

Zur Untersuchung gelangten Patienten der Chirurgischen Poliklinik der Universität München (Dir. Prof. F. HOLLE) mit nachgewiesenem Ulcus duodeni. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich von April 1976 bis März 1977. In Bezug auf das Entleerungsverhalten wurden sowohl klinisch unauffällige Kranke, als auch Kranke mit prae - bzw. intraoperativ diagnostizierter Magenausgangsstenose oder Entleerungsverzögerung, und Patienten mit duodenogastralem Reflux einbezogen.

Das Alter der Patienten schwankte von 18 bis 55 Jahre, die Dauer der Magenbeschwerden zwischen 2 und 20 Jahren.

Die Sicherung der Ulkusdiagnose erfolgte röntgenologisch mit der Magen - Darm - Breipassage (MDP), endoskopisch und indirekt nach dem Säuresekretionsergebnis. Einzelheiten darüber, sowie operative und histologische Befunde können aus folgender Tabelle entnommen werden (Tab. 2 ; Einzelergebnisse Tab. 15 , Anhang).

Sonographisch wurde das Entleerungsverhalten 2 - 5 Tage praeoperativ an den nüchternen Patienten untersucht (die letzte Nahrungsaufnahme lag etwa 6 Stunden zurück). 3 - 6 Monate postoperativ wurde bei den selben Patienten unter gleichen Kautelen wiederum die Magenentleerung sonographisch gemessen. Der Mindestzeitraum 3 Monate wurde gewählt, da man dann nicht mehr mit der passageren Postvagotomie - Magenstase rechnen mußte. Sechs Monate war aus technisch - organisatorischen Gründen die längste postoperativ verfügbare Zeit.

Säuresekretionsanalyse	:			
nicht gemacht	:	2	=	7,7 %
gemacht	:	24	=	92,3 %

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung :

Magen - Darm - Passage

nicht gemacht	:	1	=	3,85	%	
gemacht	:	25	=	96,15	%	(100 %)
Ulkus nachweisbar	:	17	=	68	%	
narbiger Bulbus	:	21	=	84	%	
Stenosierung/Ent- leerungsverzögerung	:	2	=	8	%	
duoden. gastr. Reflux	:	6	=	24	%	

Endoskopie

nicht gemacht	:	5	=	19,2	%	
gemacht	:	21	=	80,8	%	(100 %)
Ulkus nachweisbar	:	20	=	95,2	%	
narbiger Pylorus	:	13	=	61,9	%	
Stenosierung	:	2	=	9,5	%	

Operationsbefund

nicht operiert	:	1	=	3,85	%	
operiert	:	25	=	96,15	%	(100 %)
Ulkus nachweisbar	:	12	=	48	%	
narbiger Bulbus	:	12	=	48	%	
Stenose	:	7	=	28	%	
submuköse Pyloroplastik	:	11	=	44	%	
offene Pyloroplastik	:	11	=	44	%	
Pylorrektomie	:	2	=	8	%	
(Ohne Angabe	:	1	=	4	%	)

Pathologie

positiver Befund	:	16	=	61,5	%	(100 %)
Ulcus duodeni	:	12	=	75,0	%	
Gastritis	:	11	=	68,7	%	
Duodenitis	:	9	=	56,2	%	

Tab. 2 : Maßnahmen und Ergebnisse der prae - bzw. intraoperativen
Diagnostik der 26 untersuchten Patienten.

ERGEBNISSE

Vergleich der Messungen ohne / mit Pylorus - Antrum - Bereich

In der Versuchsbeschreibung wurde schon erwähnt, daß sich bei den meisten (bei 23 von 26 untersuchten) Patienten im unteren Magendrittel zwei Schnittebenen gewinnen ließen:

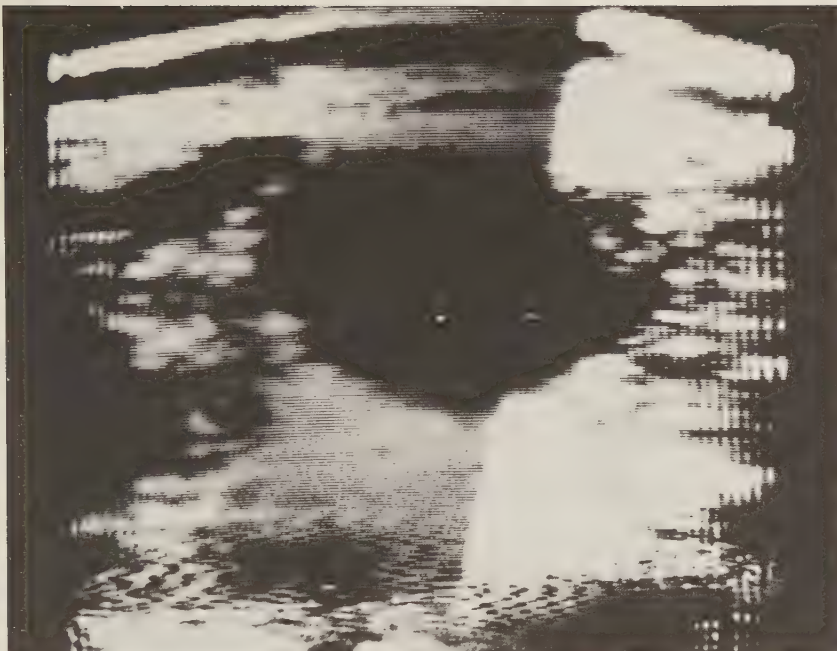
Die eine entspricht dem Korpusbereich des Magens, die andere, kleinere, dem durch Kontraktion abgeschnürten Pylorus - Antrum - Bereich. Die Magenvolumina wurden jeweils ohne und mit dem Pylorus - Antrum - Bereich errechnet. Aus einem statistischen Vergleich (Tab. 16) ist ersichtlich, daß sich die Ergebnisse zu den Zeitpunkten $t = 10 - 80$ Minuten nur unwesentlich und nicht signifikant unterscheiden.

Um nun in der praktischen Auswertung die weiteren Vergleiche nicht unnötig zu komplizieren, wurde im Folgenden mit den gemittelten Volumina aus den beiden Messungen gerechnet ($\bar{x}$).

Die postoperativen Ergebnisse sind von vornherein als gemittelte Volumina $\bar{x}$ angegeben.

Die Einzelwerte finden sich in Tabelle 17 und 18 .

a)



b)



Abb. 4 : Sonographische Magenschnitte

a) ohne, b) mit Pylorus - Antrum - Bereich

Praeoperative Ergebnisse der sonographischen Magenentleerungsstudien

Meßergebnisse

Die Magenentleerung wurde bei insgesamt 29 Patienten mit Ulcus - duodeni sonographisch gemessen. Bei drei dieser Patienten war die Darstellung der einzelnen Schnittebenen derart ungenau und undeutlich abgrenzbar, daß auf ihre Einbeziehung in das Gesamtergebnis verzichtet werden mußte.

Bei den übrigen 26 untersuchten Patienten stellte sich der Magen gewöhnlich in etwa 12 - 15 horizontalen Scheiben dar. In den antrum - pylorusnahen Schnittebenen konnten oft Kontraktionen des Antrums, und dessen Abschnürung als zeitliche Schnittfläche nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse werden gesamt, und aufgeschlüsselt nach Patienten mit und ohne prae- bzw. intraoperativ diagnostizierter Stenose oder duodeno - gastralem Reflux (dgR) in Tabelle 19 aufgeführt. Die Einzelwerte jedes Patienten können aus Tabelle 20 entnommen werden.

Entleerungsraten

Weiter wurden aus den Meßergebnissen die Entleerungsraten berechnet. Die Entleerungsrate ist definiert als :

$$\% \text{ Entleerung} / 10 \text{ Minuten.}$$

In Tabelle 20 werden die Entleerungsraten gesamt praeoperativ, und aufgeschlüsselt nach Patienten mit und ohne prae- bzw. intraoperativ diagnostizierter Stenose oder duodeno - gastralem Reflux angegeben. Die Einzelwerte jedes Patienten sind aus Tabelle 21 zu entnehmen.

Die graphische Darstellung erfolgt in Abbildung 7 .

Kurvenform

Die aus den gesamten gemittelten Ergebnissen gezeichnete Kurve verläuft exponentiell mit einer Halbwertszeit (HWZ) von $1/2 T = 65,02$ Minuten. Eine gegenüber dem exponentiellen Muster leichte Verzögerung zwischen 40 und 50 Minuten wird durch eine leichte Beschleunigung zwischen 50 und 60 Minuten wieder ausgeglichen.

Schlüsselt man die Gesamtzahl der untersuchten Patienten nach solchen mit prae- bzw. intraoperativ diagnostizierter Stenose oder duodeno - gastralem Reflux und solchen ohne Stenose oder Reflux auf, findet man bei letzteren einen noch besser angenäherten exponentiellen Kurvenverlauf. Die HWZ $1/2 T$ beträgt 60,77 min.

Bei der erstgenannten Patientengruppe entleert sich der Magen nach einer exponentiellen Anfangsphase ab ca. 50 Minuten mit um einen Mittelwert schwankenden Raten, die Kurve des in der Zeit noch verbleibenden Mageninhaltes ist folglich in der Endphase weitgehend linear. Die HWZ $1/2 T$ ist mit 74,58 min. deutlich größer als bei den Patienten ohne Stenose oder Reflux (Tab. 3).

	n	$1/2 T$	$\pm SA$	Verlauf
gesamt praeoperativ	26	65,02	$\pm 17,92$	exponentiell
ohne Sten. oder dgR	18	60,77	$\pm 18,65$	exponentiell
mit Sten. oder dgR	6	74,58	$\pm 12,32$	expon. - linear

Tab. 3 : Anzahl der untersuchten Patienten, Halbwertszeiten und Angaben zum Kurvenverlauf: praeoperativ.

Zur Kurvenform und deren Analyse siehe Abbildung 8 a - c .

Postoperative Ergebnisse der sonographischen Magenentleerungsstudien

Meßergebnisse

Postoperativ wurde bei 25 von 26 Patienten des praeoperativen Kollektives die Magenentleerung sonographisch gemessen ; ein Patient war nicht operiert worden.

Die Untersuchungen wurden 3 - 6 Monate postoperativ zu einem Zeitpunkt durchgeführt, als die Patienten weder anamnestisch, noch nach dem Trinken der Testsuppe über irgendwelche spezifischen Beschwerden (Übelkeit, Völlegefühl, Diarrhoe) klagten. So konnte bei 19 Patienten das postoperative Entleerungsverhalten des Magens abschließend beurteilt werden, vier Patienten brachen von sich aus die Messungen ab, bei einem weiteren Patienten war der Magen trotz weitgehender Beschwerdefreiheit nicht darstellbar (" sonographisches Dumping "). Nur bei einem Patienten zwangen dumpingartige Kreislaufsymptome wiederholt zum Abbruch der Untersuchung. (Tab. 4).

Gesamte praeoperative Patienten	:	26		
davon nicht operiert	:	1		
Gesamte postoperative Patienten	:	25	=	100 %
Unters. vom Patienten abgebrochen	:	4	=	16 %
" Sonographisches Dumping "	:	1	=	4 %
Klinisches Dumping	:	1	=	4 %
Abschließende Beurteilung bei	:	19	=	76 %

Tab. 4 : Erzielbare Ergebnisse bei den untersuchten Patienten.

Die erste Messung wurde jeweils drei Monate postoperativ durchgeführt. Bei vielen (n = 11) Patienten war der Magen zu dieser Zeit nur kurz, sehr klein und schlecht abgrenzbar darzustellen, nach 10 - 20 Minuten war er offensichtlich schon leer. Anamnestisch und während der sonographischen Untersuchung klagten die meisten dieser Patienten über postprandiale, leichte Übelkeit und Schweißausbruch. Höchstwahrscheinlich war zu diesem Zeitpunkt die Tonisierung und funktionelle Integrität des Magens und des Pylorus noch nicht ganz wiederhergestellt. Diese Patienten wurden nun in einmonatigem Abstand solange nachuntersucht, bis sie sowohl anamnestisch, als auch nach dem Trinken der 800 ml Testsuppe keine Kreislaufsymptomatik mehr aufwiesen. Erst die zu dieser Zeit erzielten Entleerungsergebnisse wurden in das Gesamtergebnis miteinbezogen.

Bei einem Patienten erwies sich, wie schon erwähnt, selbst sechs Monate postoperativ die Magenentleerung als so schnell, daß über heftige, dumpingartige Symptome geklagt wurde. Bei einem weiteren Patienten ließ sich der Magen aus ungeklärter Ursache (" sonographisches Dumping ") trotz vierfacher postoperativer Kontrolle und fehlender Kreislaufsymptomatik nicht darstellen. Bei dem Patienten mit klinischem Dumping - Syndrom war der Magen schon 10 Minuten nach dem Trinken der Testsuppe fast nicht mehr darstellbar.

Sechs Monate postoperativ mußten die Untersuchungen aus organisatorischen Gründen abgebrochen werden. Es bleibt somit ungeklärt, ob der eine Patient mit postprandialen Kreislaufbeschwerden als echter Fall einer postoperativen Komplikation in Form eines Dumping - Syndroms zu bezeichnen ist, oder ob die Symptome nur passageren Charakter besaßen und mit der Zeit völlig zum Verschwinden gebracht werden konnten.

Über die Häufigkeit der postoperativen Nachuntersuchungen und der dabei erhaltenen Ergebnisse gibt Tabelle 22 Auskunft.

Die erzielten postoperativen Ergebnisse werden gesamt und aufgeschlüsselt nach Patienten ohne und mit prae- bzw. intraoperativ diagnostizierter Stenose oder duodeno - gastralem Reflux in Tabelle 23 aufgeführt. Außerdem wurde eine Aufteilung nach den verschiedenen operierten Pyloroplastikformen vorgenommen.

Die Einzelwerte sind aus Tabelle 24 zu entnehmen.

Entleerungsraten

Auch postoperativ wurden die Entleerungsraten berechnet. Sie werden in Tabelle 25 gesamt und aufgeschlüsselt nach den bekannten Kriterien angegeben. Eine graphische Darstellung findet sich in Abbildung 9. Die Einzelwerte können aus Tabelle 26 entnommen werden

Kurvenform

Die mittlere postoperative Kurve der Magenentleerung verläuft im ganzen gesehen exponentiell mit einer HWZ von $1/2 T = 32,22$ min. In der halblogarithmischen Darstellung fällt auf, daß die Entleerungsrate in den ersten zehn Minuten größer ist, als man es dem weiteren Kurvenverlauf nach zurückextrapolieren würde. Diese Auffälligkeit bleibt auch nach der Aufschlüsselung in die schon beschriebenen Gruppen bestehen :

Patienten, bei denen prae - bzw. intraoperativ eine Stenosierung oder ein duodenogastraler Reflux bestand, entleeren exponentiell mit einer etwas erhöhten Anfangsentleerungsrate. Die HWZ beträgt 29,53 min. Bei Patienten ohne Stenose bzw. duodeno - gastralen Reflux ist daneben bemerkenswert, daß die Entleerung zwar insgesamt besser exponentiell ($1/2 T = 33,78$ min.), jedoch nach ca. 20 Minuten weitgehend linear verläuft.

Interessant ist auch eine Aufgliederung der postoperativen Meßergebnisse nach der jeweiligen Pyloroplastikform:

Bei der submukösen Pyloroplastik ergibt sich nach einer schnellen Anfangsentleerung (0 - 10 min.) ein gut angenähert lineares Entleerungsverhalten, wie auch durch die halblogarithmische Darstellung bestätigt wird. Die HWZ $1/2 T$ ist mit 35,34 min. größer als bei der offenen Pyloroplastik ($1/2 T = 27,06$ min.) und der Pylor-ektomie ($1/2 T = 26,60$ min.). (Tab. 5).

Patienten mit offener Pyloroplastik zeigen einen exponentiellen Kurvenverlauf der Magenentleerung, wobei die Entleerungsrate der ersten zehn Minuten relativ nicht vergrößert erscheint.

Bei der Pylor-ektomie als Drainageoperation finden wir ein uneinheitliches Entleerungsmuster : Einer ersten Phase exponentiellen Verlaufs bis ca. 40 Minuten folgt eine zweite, schnellere exponentielle Entleerungsphase von 40 - 80 Minuten.

Zur Kurvenform und deren Analyse siehe Abb. 10, 11 a - f .

	n	$1/2 T \pm SA$	Verlauf
Gesamt postoperativ	19	$32,22 \pm 11,08$	exponentiell
ohne Stenose oder dgR praeoperativ	12	$33,78 \pm 13,21$	expon. -linear
mit Stenose oder dgR praeoperativ	7	$29,53 \pm 5,91$	exponentiell
Submuköse Pyloroplastik	8	$35,34 \pm 9,88$	expon. -linear
Offene Pyloroplastik	8	$27,06 \pm 7,54$	exponentiell
Pylor-ektomie	2	$26,60 \pm 3,68$	expon. -expon.

Tab. 5 : Anzahl der untersuchten Patienten, Halbwertszeiten $1/2 T$ und Angaben zum Kurvenverlauf: postoperativ.

Vergleich der sonographischen Ergebnisse

Praeoperative Ergebnisse — Ergebnisse der Kontrollgruppe

Vergleicht man die gesamten, praeoperativ an Ulcus - duodeni - Patienten gewonnenen Ergebnisse mit denen der gesunden Kontrollgruppe, fällt bei annähernd gleicher Kurvenform ein deutlich unterschiedlicher Verlauf auf (Abb. 7). Die Kurve des nach der Zeit t noch im Magen verbleibenden Volumens liegt bei der praeoperativen Messung höher als die der Kontrollgruppe, der Magen entleert folglich langsamer. Signifikant abweichende Halbwertszeiten ($p = 0,001$) mit $1/2 T$ praeop. = 65,02 min. und $1/2 T$ Kontrolle = 32,98 min. belegen diese Feststellung (Tab. 6).

Doch nicht nur die Halbwertszeiten, auch die jeweiligen Meßwerte bei $t = 10 - 80$ min. sind bei den Ulcus - duodeni - Patienten merklich höher. Der statistische Vergleich bringt zu allen Zeiten hoch signifikante Unterschiede (Tab. 27 a). Der Grund für diese Differenzen liegt bei den Entleerungsraten (Abb. 7). Diese beträgt zum Beispiel von 0 - 10 min. bei der Kontrollgruppe 22,68 %, bei den praeoperativen Messungen hingegen nur 10,78 %, Beide Werte sind signifikant verschieden (Tab. 27 b). Bei jeweils höheren Entleerungsraten der Kontrollgruppe zwischen 10 und 50 Minuten sind die Unterschiede noch statistisch auffällig, bei 50 - 80 Minuten weitgehend angeglichen.

Wenig Überraschung bringt die Aufteilung des Patientengutes in zwei Gruppen :

Der ersten Gruppe werden Patienten mit prae- bzw. intraoperativ diagnostizierter Stenose oder duodeno - gastralem - Reflux zugeteilt, der zweiten Patienten ohne Stenosierung oder Reflux.

Erstere entleeren erwartungsgemäß noch etwas langsamer als die

zweite Gruppe, die statistischen Unterschiede innerhalb der beiden Gruppen werden an andere Stelle erläutert. Die Halbwertszeiten mit $1/2 T$ (mit Sten. oder dgR) = 74,58 min. bzw. $1/2 T$ = 60,77 min. (ohne Sten. oder dgR), Sowie die Meßergebnisse zur Zeit $t = 10 - 80$ min. sind jeweils zur Kontrollgruppe signifikant verschieden (Abb. 7, Tab. 6, 28a, 29).

Die Entleerungsraten verhalten sich im wesentlichen so, wie es schon beim gesamten praeoperativen Patientenkollektiv beschrieben wurde: Die erste Gruppe zeigt von 0 - 20 Minuten, die zweite von 0 - 10 Minuten signifikant höhere, von 20 - 60 Minuten bzw. von 10 - 50 Minuten statistisch auffällig höhere und von 60 - 80 Minuten bzw. von 50 - 80 Minuten weitgehend der Kontrollgruppe angegliche Entleerungsraten.

Zu den statistischen Vergleichen siehe Tabelle 28, 29 b .

	n	$1/2 T \pm SA$	Signifikanz zur Kontrollgruppe
Kontrollgruppe :	14	$32,98 \pm 6,63$	-----
Praeop. gesamt :	26	$65,02 \pm 17,92$	$p < 0,001$
mit Sten. / dgR :	8	$74,58 \pm 12,32$	$p < 0,001$
ohne Sten. / dgR :	18	$60,77 \pm 18,65$	$p < 0,001$

Tab. 6 : Signifikanz der Halbwertszeiten $1/2 T$ (min.) der praeoperativen Patientengruppen zur Kontrollgruppe.

Praeoperative Ergebnisse — Postoperative Ergebnisse

In den Vergleich einbezogen wurden nur Patienten, bei denen sowohl prae - als auch postoperativ eine Aussage über die Magenentleerung gewonnen wurde. Die Voraussetzungen verbundener Stichproben sind somit gegeben, der Vergleich wird mit dem STUDENT's t - Test für verbundene Stichproben durchgeführt.

Die postoperativ gemessene Magenentleerung erfolgt deutlich schneller als die praeoperative (Abb. 12). Sowohl die signifikant unterschiedlichen Halbwertszeiten ($1/2 T$ praeop. = 64,93 min., $1/2 T$ postop. = 32,22 min., Tab. 7) als auch die postoperativ signifikant kleineren Meßdaten des noch im Magen zur Zeit t verbleibenden Inhaltes sind dafür ein Beweis (Tab. 30 a).

Analysiert man die erhaltenen Kurven genauer, muß man feststellen, daß die bisher genannten Unterschiede im wesentlichen nur auf unterschiedliche Entleerungsraten während der ersten 20 Minuten zurückzuführen sind (Abb. 7). Von 0 - 10 Minuten beträgt die Entleerungsrate praeoperativ 10,73 %, postoperativ signifikant höher 28,49 %, von 10 - 20 Minuten praeoperativ 8,24 %, postoperativ statistisch auffällig 12,22 %. Alle folgenden Entleerungsraten sind weitgehend angeglichen (Ta. 30 b).

Die sehr viel höhere Entleerungsrate während der ersten zehn Minuten postoperativ bedingt eine Diskontinuität des Kurvenverlaufs, die besonders in der halblogarithmischen Darstellung deutlich wird. Diese ist zwar gesamt als exponentiell zu bezeichnen, doch erfolgt die Anfangsentleerung (0 - 10 min.) schneller, als man es dem folgenden (halb-logarithmisch) linearen Kurventeil nach erwarten würde.
(Vergleiche auch Abb. 11 a - f)

Nach der Aufschlüsselung der gesamten Patientenzahl in solche mit prae- bzw. intraoperativ diagnostizierter Stenose oder duodeno -

- gastralem Reflux und in andere, ohne die genannten Symptome, kann man ebenfalls die prae- mit den postoperativen Resultaten vergleichen-

Etwas überraschend ist die Feststellung, daß postoperativ die Gruppe mit der prae- bzw. intraoperativen Stenose oder duodeno - gastralem Reflux rascher entleert, als die Gruppe ohne Stenosierung. Dies ist sicherlich durch die mehr oder weniger ausgedehnte Drainageoperation bedingt. Genaueres darüber, sowie über die statistische Auswertung der Unterschiede innerhalb der beiden Gruppen, erfolgt an anderer Stelle dieser Schrift.

Vergleicht man jede der beiden postoperativen mit der entsprechenden praeoperativen Gruppe, erhält man ähnliche Resultate wie bei der Gesamtbetrachtung :

Die Halbwertszeiten der Patienten ohne Stenose bzw. duodeno - gastralen Reflux mit praeoperativ $1/2 T = 60,42$ min. und postoperativ mit $1/2 T = 33,78$ min. sind signifikant unterschiedlich, ebenso wie bei den Patienten mit Stenose oder duodeno - gastralem Reflux mit $1/2 T$ praeop. = $72,66$ min. und $1/2 T$ postop. = $29,54$ min. (Tab. 7).

Die Meßergebnisse zur Zeit t sind im prae- zum postoperativen Vergleich ebenfalls signifikant verschieden, wobei jeweils die praeoperativen Meßdaten des in der Zeit noch verbleibenden Mageninhaltes höher liegen. (Tab. 31 a , 32 a).

Auch bei den Entleerungsraten erhält man das bekannte Bild :

Die postoperativ gemessenen Raten sind in den ersten 10 (- 20) Minutensignifikant größer als praeoperativ, die folgenden weitgehend ausgeglichen (Tab. 31 b, 32 b).

Anzumerken wäre noch, daß die Tatsache und die Gründe der ersichtlichen Diskontinuität im gesamten postoperativen Kurvenverlauf, die Abweichung vom exponentiellen Entleerungsmuster, sinngemäß auf die beiden Untergruppen übertragen werden können.

Zusammenfassend kann man also feststellen, daß postoperativ eine wesentliche Beschleunigung der praeoperativ zur Kontrollgruppe deutlich verlangsamten Magenentleerung eingetreten ist. Diese Beschleunigung hat ihre Ursache in einer signifikant größeren Entleerungsrate während der ersten 10 - 20 Minuten.

	n	praeoperativ 1/2 T	postoperativ 1/2 T	Signifikanz
1)	19	64,93 $\pm$ 16,90	32,22 $\pm$ 11,08	p < 0,001
2)	12	60,42 $\pm$ 18,15	33,78 $\pm$ 13,21	p < 0,001
3)	7	72,66 $\pm$ 11,94	29,54 $\pm$ 5,92	p < 0,001

Tab. 7 : Vergleich der Halbwertszeiten 1/2 T (min) der prae-
zur postoperativen Untersuchung.

- 1) Gesamte Patientenzahl
- 2) Patienten ohne prae- bzw. intraoperativ diagnostizierte Stenose oder duodeno - gastralen Reflux
- 3) Patienten mit prae - bzw. intraoperativ diagnostizierter Stenose oder duodeno - gastralem Reflux

Verbundener t - Test.

Postoperative Ergebnisse — Ergebnisse der Kontrollgruppe

Beim Vergleich der postoperativen Meßkurve mit der der Kontrollgruppe ist vornewegs festzustellen, daß sich beide nur im Detail unterscheiden (Abb. 9).

Die Halbwertszeit postoperativ beträgt 32,22 Minuten und ist fast identisch mit der Halbwertszeit der Kontrollgruppe mit 32,98 Minuten (Tab. 8).

Das mittlere, zum Zeitpunkt t noch im Magen verbleibende Volumen ist postoperativ bis ca. 35 Minuten etwa kleiner, ab 35 - 80 Minuten dann gering größer als das entsprechende Volumen der Kontrollgruppe. Die einzelnen Meßwerte unterscheiden sich nur bei 10 Minuten statistisch auffällig, ansonsten zeigen sich keine statistischen Differenzen (Tab. 33 a).

Beim Vergleich der Entleerungsraten (Abb. 9) ist die Situation ähnlich: Bei 0 - 10 Minuten sind sie zwischen gesamt postoperativ mit 28,49 % und der Kontrollgruppe mit 22,68 % statistisch auffällig verschieden, alle weiteren jedoch fast übereinstimmend (Tab. 33b).

Die Kurve der zum Zeitpunkt t noch im Magen verbliebenen Rest volumina bei Patienten, bei denen praeoperativ eine Stenose oder ein duodeno - gastraler Reflux diagnostiziert wurde, verläuft postoperativ knapp unterhalb der Kurve der Kontrollgruppe, bis ca. 65 Minuten. Sie kreuzt dann, um von 65 - 80 Minuten etwas oberhalb der Kontrollgruppe zu verlaufen; Die HWZ $1/2 T$ beträgt 29,53 min.

Bei Patienten ohne praeoperative Stenose oder duodeno - gastralen Reflux erfolgt nach anfänglich ähnlichem Kurvenverlauf die Kreuzung schon bei 35 Minuten, die HWZ $1/2 T$ beträgt 33,78 Minuten. (Abb. 9). Daß sich die beiden Gruppen untereinander in keinem Kriterium signifikant unterscheiden, wurde schon erwähnt.

Der Meßwert bei 10 Minuten sowie die Entleerungsrate von 0 - 10 Minuten sind bei den Patienten ohne praeoperative Stenose oder duodeno - gastralen Reflux, postoperativ signifikant größer als bei der Kontrollgruppe. Hingegen finden sich keine postoperativ zur Kontrollgruppe signifikanten Unterschiede bei Patienten mit praeoperativ nachgewiesener Stenose oder duodeno - gastralem Reflux (Tab. 34, 35). Letztgenannte Gruppe scheint auch wegen der fast fehlenden, relativ zu raschen Anfangsentleerung, besser dem Entleerungsverhalten gesunder Personen angepaßt.

Die Halbwertszeiten unterscheiden sich bei beiden Gruppen nicht signifikant von der Kontrollgruppe (Tab. 8).

	n	$1/2 T \pm SA$	Signifikanz zur Kontrollgruppe
Kontrollgruppe	14	$32,98 \pm 6,63$	-----
Postop. gesamt	19	$32,22 \pm 11,08$	$0,90 > p > 0,80$
mit Sten./dgR praeop.:postop.	7	$29,53 \pm 5,91$	$0,30 > p > 0,20$
ohne Sten./dgR praeop.:postop.	12	$33,78 \pm 13,21$	$0,90 > p > 0,80$

Tab. 8 : Signifikanz der Halbwertszeiten $1/2 T$ (min) der postoperativen Patientengruppe zur Kontrollgruppe.

Vergleich von Patienten mit zu ohne prae- bzw. intraoperativ diagnostizierter Stenose oder duodeno - gastralem Reflux nach den Ergebnissen der sonographischen Entleerungsmessungen.

Bei der Messung der Magenentleerung mit der sonographischen Methode interessiert, inwieweit praeoperativ röntgenologische und endoskopische, bzw. intraoperativ morphologische Befunde mit den sonographisch gewonnenen Ergebnissen übereinstimmen oder sich verifizieren lassen. Befunde in diesem Zusammenhang, die einer prae- bzw. intraoperativen Diagnostik zugänglich sind, wären nachgewiesene Stenosierungen oder ein duodeno - gastraler Reflux. Eine verzögerte Magenentleerung kann durch beide Symptome hervorgerufen oder zumindest begünstigt werden.

Zur Beantwortung dieser Frage bedarf es eines direkten Vergleiches der sonographischen Ergebnisse von Patienten mit prae- bzw. intraoperativ nachgewiesener Stenose oder duodeno - gastralem Reflux zu Patienten ohne Stenosierung oder duodeno - gastralen Reflux.

Patienten mit zeigen im Vergleich zu Patienten ohne Stenose oder duodeno - gastralen Reflux, praeoperativ eine langsamere Magenentleerung (Abb. 7). Die Meßergebnisse bei 20, 40 und 50 Minuten weichen signifikant, bei 10 und 30 Minuten noch statistisch auffällig voneinander ab. Alle übrigen Meßwerte differieren noch merklich. Bei den Halbwertszeiten mit $1/2 T$ (o.St.) = 60,77 min. und $1/2 T$ (m.St.) = 74,58 min. ergibt sich eine Signifikanz nur mit $p = 5 - 10 \%$ Irrtumswahrscheinlichkeit.

Analysiert man die Entleerungsraten beider Gruppen, wird deutlich, daß der unterschiedliche Verlauf der Meßkurven auf verschiedenen Entleerungsraten während der ersten 20 Minuten beruht (Abb. 7).

Die Entleerungsraten beider Kurven von 0 - 10 Minuten sind statistisch auffällig unterschiedlich (Tab. 36 a,b). Die Kurvenform beider Patientengruppen ist exponentiell, bei Patienten mit Stenose oder duodeno - gastralem Reflux im zweiten Teil besser linear.

Tatsächlich zeigt also der Vergleich ein hohes Maß an Konkordanz zwischen qualitativer prae- bzw. intraoperativer Diagnostik und der sonographisch quantitativ gemessenen Magenentleerungsgeschwindigkeit. Die praeoperativen, morphologisch - qualitativen Befunde lassen sich folglich mit der Entleerungssonographie verifizieren.

Doch wie verhalten sich beide Gruppen im postoperativen Vergleich?

Erstaunlicherweise entleeren die Patienten mit prae- bzw. intraoperativ diagnostizierter Stenose oder duodeno - gastralem Reflux jetzt rascher als die Patienten ohne Stenose (Abb. 9). Doch weder die Halbwertszeiten mit $1/2 T_{\text{praeop.o.Sten.:postop}} = 33,58 \text{ min.}$ und $1/2 T_{\text{praeop.m.Sten.:postop.}} = 29,53 \text{ min.}$, noch die einzelnen Meßwerte bei $t = 10 - 80$ Minuten unterscheiden sich signifikant. Auch bei den Entleerungsraten finden sich postoperativ keine wesentlichen Differenzen (Abb. 9 ; Tab. 37 a,b).

Die Kurvenform bei Patienten ohne prae- bzw. intraoperativ diagnostizierte Stenose oder duodeno - gastralen Reflux ist exponentiell, mit einem besser linearen Verlauf nach 20 Minuten; die der Patienten mit Stenose oder duodenogastralem Reflux ist exponentiell.

Daß die Patienten mit Stenosierung und duodeno - gastralem Reflux im postoperativen Vergleich schneller entleeren, ist wohl weniger auf die Tatsache des praeoperativen Befundes, als auf die Art der operierten Pyloroplastik zurückzuführen. Von diesen acht Patienten wurden sieben postoperativ sonographisch nachuntersucht, wobei fünf Patienten mit SPV + offene Pyloroplastik und zwei mit SPV + Pylorotomie operiert wurden.

Von den zwölf postoperativ nachuntersuchten Patienten der Gruppe ohne prae- bzw. intraoperative Stenose oder duodeno - gastralen Reflux hatten acht eine submuköse Pyloroplastik, drei eine offene, bei einem Patienten fehlt eine diesbezügliche Angabe.

Durch die später noch beschriebenen Unterschiede zwischen den einzelnen Pyloroplastikformen erklärt sich die schnellere postoperative Magenentleerung der Patienten mit praeoperativer Stenose oder duodeno - gastralem Reflux.

Die sonographische Messung der Magenentleerung liefert aber noch darüber hinausgehende Informationen :

Teilt man die untersuchten Patienten nach der Halbwertszeit der Magenentleerung in drei Gruppen ein (Tab. 9), erkennt man, daß ein viel höherer Prozentsatz (81 %) eine Verzögerung aufweist, als Magen - Darm - Passage, Endoskopie und intraoperativer Befund erwarten lassen. Mit den letztgenannten Methoden war eine Stenosierung bzw. Entleerungsverzögerung nur in 31 % der Fälle nachweisbar. (Tab. 10 ; Einzelwerte Tab. 15).

Gruppe I : Patienten ohne Verzögerung der Magenentleerung mit einer HWZ $1/2 T$ von 20 - 46 Minuten; dies entspricht in etwa der HWZ der Kontrollgruppe $\pm 2 SA$,
 $= 32,98 \text{ min.} \pm 2 \times 6,63$

Gruppe II : Patienten mit Entleerungsverzögerung, HWZ der Entleerung = 46 - 80 Minuten

Gruppe III : Patienten mit hoher, größtenteils auch anderweitig nachweisbarer Entleerungsverzögerung; HWZ > 80 min.

Tab. 9 : Gruppeneinteilung der Patienten nach der sonographisch gemessenen Halbwertszeit.

Betrachtet man die Pyloroplastikformen der Patienten ($n = 5 = 19\%$), bei denen sonographisch eine im Normbereich liegende Entleerung gemessen wurde, erhält man indirekt eine Bestätigung für die Richtigkeit der sonographischen Messungen : Von diesen fünf Patienten erhielt zwei eine submuköse Pyloroplastik, die ja nur bei fehlenden Antrum - oder Pylorusveränderungen angewendet wird, in Fällen also, bei denen eine Stenose nicht zu vermuten ist. Drei weitere Patienten wurden mit einer offenen Pyloroplastik operiert, davon zeigten zwei Patienten drei Monate postoperativ eine ausgeprägte Dumping - Symptomatik, einer sogar noch nach sechs Monaten. Dies wiederum könnte den Schluß rechtfertigen, daß eventuell eine zu weitgehende Drainageoperation gewählt wurde. In wieweit die dumpingartigen Beschwerden bei diesen Patienten vermeidbar gewesen wären , wenn man unter Einbeziehung der praeoperativ gemessenen guten Entleerungsfunktion nur eine submuköse Pyloroplastik durchgeführt hätte, läßt sich natürlich nicht nachvollziehen, wohl aber vermuten.

Einen weiteren Beweis liefert die Tatsache, daß sich in der Gruppe III zum größten Teil nur Patienten befinden, bei denen schon Magen - - Darm - Passage, Endoskopie oder intraoperative Diagnostik eine Entleerungsverzögerung wahrscheinlich machten.

Mit dem sonographischen Verfahren zur Messung der Magenentleerung gelingt es also, die Gruppe der Patienten, bei denen mit anderen prae - bzw. intraoperativen diagnostischen Methoden keine eindeutige Aussage über das Entleerungsverhalten möglich ist, zu klassifizieren. Die Sonographie schließt hier eine Lücke, die es dem Chirurgen in noch besserem Ausmaß erlauben dürfte, die Relativität des plastischen Operierens den individuellen, funktionellen Gesichtspunkten anzupassen. Daß dies bei der überwiegenden Mehrzahl der postoperativ untersuchten Fälle schon gelang, zeigt Tabelle 10. Von postoperativ 21 untersuchten Patienten mußte bei einem die Messung wegen dumpingartiger Kreislaufbeschwerden abgebrochen werden, bei einem weiteren erhielt man eine sonographisch nicht meßbare Sturzentleerung ohne Kreislaufsymptome.

Die restlichen 19 Patienten zeigten keinerlei klinische Auffälligkeiten nach spätestens sechs Monaten mehr. In der letztgenannten Gruppe ergab sich bei einem Patienten eine schnelle, bei zweien eine verzögerte, postoperativ sonographisch gemessene Entleerung.

16 Patienten zeigten in Übereinstimmung mit den klinischen Befunden eine normgerechte Entleerung des Mageninhaltes. (Tab. 10).

	n	davon prae-/intraop. Sten. oder dgR diagn.
Praeoperativ Gruppe I :	5 = 19,2 %	0 = 0 %
Gruppe II :	14 = 53,8 %	4 = 28,5 %
Gruppe III :	7 = 27,0 %	4 = 57,1 %
	26 = 100 %	8 = 30,8 %
Postoperativ Gruppe I :	16 = 84,2 %	
Gruppe II :	2 = 10,5 %	
Gruppe III :	0 = 0 %	
Beschleunigt :	1 = 5,3 %	
	19 = 100 %	

Tab. 10 : Häufigkeit der Magenentleerungsverzögerung: Die sonographische Methode im Vergleich zu röntgenologischer, endoskopischer und intraoperativer Diagnose. (dgR = duodeno - gastral - Reflux).

Vergleich verschiedener Pyloroplastikformen untereinander und zur Kontrollgruppe in Bezug auf die Magenentleerung

Die Frage, inwieweit die Art der vorgenommenen Drainageoperation die postoperative Magenentleerung beeinflusst, besitzt großes praktisch -
- klinisches Interesse.

Eine verzögerte Magenentleerung mit den klinischen Folgeerscheinungen der Retention (Völlegefühl, Brechreiz) oder eine zu schnelle Magenentleerung mit Dumping - Syndrom oder Diarrhoe sind nur zu gut bekannte Komplikationen nach Magenoperationen. Ob, und in welchem Ausmaß, die verschiedenen Pyloroplastikformen die obengenannte Symptomatik begünstigen oder verhüten, soll durch einen Vergleich untereinander und mit der Kontrollgruppe geklärt werden. Die Bedeutung dieser Fragestellung soll das folgende Beispiel zeigen:

Bei den gesamten postoperativen sonographischen Untersuchungen ergab sich bei zwei Patienten eine Sturzentleerung, bei einem mit Dumping -
- Symptomatik, sodaß die Messungen abgebrochen werden mußten. Bei beiden wurde als Drainageoperation eine offene Pyloroplastik angewendet. Interessanterweise gehörten beide Patienten praeoperativ zu den noch schnellsten Entleerern (Gruppe I). Möglicherweise hätte hier bei Hinzuziehung der sonographischen, praeoperativen Diagnostik eine nicht so weit gehende Drainage, in Form einer submukösen Pyloroplastik, ein funktionell besseres Resultat erbracht. Sonographisch meßbare Retentionserscheinungen postoperativ bei einem Patienten mit submuköser Pyloroplastik, bei dem auch praeoperativ eine deutliche sonographische Entleerungsverzögerung bestand, wäre eventuell durch eine ausgedehntere Pyloroplastik vermeidbar gewesen.

Im Vergleich der Patienten mit Pyloroplastik zu solchen mit submuköser und offener Pyloroplastik und zur Kontrollgruppe, ist wegen der geringen Fallzahl ($n = 2$) der Pyloroplastikpatienten nur begrenzt eine statistische Aussage möglich. Die Untersuchung beschränkt sich deshalb auf einen vorwiegend deskriptiven Vergleich.

Submuköse Pyloroplastik - Offene Pyloroplastik

Operierte Patienten nach SPV + submuköser Pyloroplastik entleeren etwas langsamer als Patienten mit offener Pyloroplastik, mit Ausnahme der Messung bei 10 Minuten. Die Meßwerte zeigen zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Unterschied. Die Halbwertszeiten mit $1/2 T$ subm. PP = 35,34 min. und $1/2 T$ offene PP = 27,06 min. unterscheiden sich ebenfalls nicht signifikant (Tab. 11).

Bei den Entleerungsraten ergibt sich bei 10 - 20 Minuten eine statistisch auffällige Differenz, ansonsten sind auch diese nicht statistisch unterschiedlich (Tab. 38 a , b ; Anhang). Einer schnellen Anfangsentleerung (0 - 10 min.) folgt bei der Gruppe mit offener Pyloroplastik eine gut angenähert exponentielle, bei der Gruppe mit submuköser Pyloroplastik eine besser lineare Entleerung. Der gesamte Kurvenverlauf ist bei der letztgenannten Gruppe ebenfalls exponentiell (Vergl. Abb 11 e).

Submuköse Pyloroplastik - Pylorrektomie

Patienten mit SPV + Pylorrektomie entleeren im ganzen Kurvenverlauf etwas schneller als solche mit submuköser Pyloroplastik (Abb. 10). Bis 50 Minuten sind die Unterschiede der einzelnen Meßwerte jedoch höchstwahrscheinlich zufällig, bei 60 min. statistisch auffällig und bei 70 - 80 Minuten signifikant verschieden.

Die Entleerungsraten beider Patientengruppen sind zu keinem Zeitpunkt signifikant unterschiedlich (Tab. 39).

Die Halbwertszeit der Pylorrektomiegruppe ist mit $1/2 T = 26,6$ min. zwar deutlich kleiner als bei der Gruppe mit submuköser Pyloroplastik mit $1/2 T = 35,34$ min., jedoch wegen der geringen Anzahl der zu vergleichenden Patienten nicht ausreichend signifikant ($0,3 > p > 0,2$) (Tab. 11).

Offene Pyloroplastik - Pylorrektomie

Die Entleerungskurven der Patienten mit offener Pyloroplastik und Pylorrektomie laufen eng nebeneinander, sie kreuzen sich mehrmals, um dann beginnend bei 50 - 60 Minuten auseinanderzulaufen (Abb. 10). Ab 60 min. sind dann die folgenden Meßwerte statistisch auffällig verschieden, wobei die Patienten mit Pylorrektomie schneller entleeren.

Die Entleerungsraten sind anfänglich fast identisch, sie weisen erst bei 40 - 50 Minuten einen großen Unterschied auf, der sich ebenfalls als statistisch auffällig erweist. Die Entleerungsraten zu den übrigen Zeitpunkten sind nicht signifikant (Tab. 40).

Die Halbwertszeiten der Patienten mit offener Pyloroplastik mit $1/2 T = 27,06 \text{ min.}$ und der Patienten mit Pylorrektomie mit $1/2 T = 26,60 \text{ min.}$ unterscheiden sich nur unwesentlich (Tab. 11).

	submuköse PP	offene PP	Pylorrektomie
n :	8	8	2
$1/2 T \pm SA$:	$35,34 \pm 9,88$	$27,06 \pm 7,54$	$26,60 \pm 3,68$
Signifikanz zu submuköser PP:	—	$0,10 > p > 0,05$	$0,30 > p > 0,20$
Signifikanz zu offener PP :	$0,10 > p > 0,05$	—	$0,95 > p > 0,90$
Signifikanz zu Pylorrektomie :	$0,30 > p > 0,20$	$0,95 > p > 0,90$	—

Tab. 11 : Signifikanz der Halbwertszeiten der Magenentleerung (min.) zwischen verschiedenen Formen der Pyloroplastik.

Submuköse Pyloroplastik — Kontrollgruppe

Die Magenentleerung ist bei Patienten mit submuköser Pyloroplastik anfänglich bis ca. 25 min. schneller als bei der Kontrollgruppe, ab diesem Zeitpunkt geringfügig langsamer (Abb. 10). Zu keiner Zeit sind jedoch die Meßwerte beider Gruppen signifikant verschieden.

Auch in den Halbwertszeiten zeigt sich ein hohes Maß an Übereinstimmung. Diese beträgt bei der Kontrollgruppe 32,98 min., bei der Patienten - gruppe mit submuköser Pyloroplastik 35,34 min. (Tab. 12).

Die Entleerungsraten zeigen nur in den ersten 30 Minuten größere Unterschiede: Einer höheren Anfangsentleerung von 0 - 10 Minuten der Gruppe mit submuköser Pyloroplastik folgt bei 10 - 20 Minuten eine schnellere Entleerung der Kontrollgruppe (Abb. 10). Allein die Entleerungsraten von 0 - 10 Minuten sind statistisch auffällig verschieden (Tab. 41 a, b).

Offene Pyloroplastik — Pylorektomie

Patienten mit offener Pyloroplastik entleeren den Mageninhalt bis ca. 55 min. schneller, ab dann langsamer als die Kontrollgruppe (Abb. 10).

Die Halbwertszeit $1/2 T$ (offene PP) = 27,06 min. liegt deutlich, wenn auch nicht ausreichend signifikant, niedriger als bei der Kontrollgruppe mit $1/2 T = 32,98 \text{ min.}$ (Tab. 12).

Die Entleerungsraten unterscheiden sich zu keinem Zeitpunkt signifikant; sie sind bis 20 min. bei den Patienten mit offener Pyloroplastik, ab dann bei der Kontrollgruppe größer (Abb. 10 , Tab. 42 a, b).

Pylorotomie — Kontrollgruppe

Die Magenentleerung erfolgt bei Patienten mit SPV + Pylorotomie schneller als bei gesunden Kontrollpersonen (Abb. 10). Diese Tatsache ist im wesentlichen auf eine deutlich vergrößerte, jedoch nicht signifikante Entleerungsrate von 0 - 10 Minuten bei der erstgenannten Gruppe zurückzuführen. Alle folgenden Entleerungsraten sind weit - gehend ausgeglichen.

In den Meßdaten des zur Zeit noch im Magen verbleibenden Inhaltes zeigen sich zwar deutlich numerische, jedoch keine statistischen Unterschiede. Die Meßwerte der Pylorotomie - Patienten sind im gesamten Kurvenverlauf niedriger als die der Kontrollgruppe (Tab. 43 a, b).

Trotz der differierenden Halbwertszeiten mit $1/2 T$ (Kontrolle) = 32,98 min. und $1/2 T$ (Pylorot.) = 26,6 min, wäre eine statistische Signifikanz nur mit 20 - 30 % Irrtumswahrscheinlichkeit gegeben (Tab. 12).

	n	$1/2 T \pm SA$	Signifikanz zur Kontrollgruppe
Kontrollgruppe	: 14	32,98 $\pm$ 6,63	—
submuköse PP	: 8	35,34 $\pm$ 9,88	0,60 > p > 0,50
offene PP	: 8	27,06 $\pm$ 7,54	0,10 > p > 0,05
Pylorotomie	: 2	26,60 $\pm$ 3,68	0,30 > p > 0,20

Tab. 12 : Signifikanz der Halbwertszeiten $1/2 T$ (min.) verschiedener Formen der Pyloroplastik zur Kontrollgruppe.

Beim Vergleich der verschiedenen Drainageoperationen interessiert den Chirurgen insbesondere, welche der angewandten Pyloroplastik - formen am ehesten sowohl ein klinisch subjektives, als auch objektiv nachvollziehbares, gutes funktionelles Resultat liefert. Außer den schon mehrfach angeführten zwei Fällen war das subjektive und objektive Ergebnis nach SPV + Pyloroplastik gut bis sehr gut.

Ein sonographisch meßbar gutes Resultat müßte sich in einer weitgehenden Angleichung der Magenentleerung der operierten Ulcus - duodeni - Patienten an diejenige der gesunden Kontrollgruppe äußern. Daß dies der Fall ist, wurde im vorherigen Abschnitt abgehandelt, folglich für alle drei Drainageformen bestätigt.

Summiert man für jede Art der Pyloroplastik zu den Meßzeitpunkten $t = 10 - 80$ Minuten die Quadrate der Abweichungen zum jeweiligen Meßwert der Kontrollgruppe, erhält man darüber hinaus eine Aussage, welche der drei Pyloroplastikformen die weitgehendste Anpassung zur Magenentleerung gesunder Personen erbringt. Dabei erweisen sich Patienten mit submuköser Pyloroplastik den normalen physiologischen Verhältnissen besser angepaßt, als die Patientengruppe mit offener Pyloroplastik oder mit Pylorotomie (Tab. 13).

	$\chi^2_{t/Kontrolle}$	$1/2 T \pm SA$
Submuköse Pyl.pl. :	128,73	35,34 $\pm$ 9,98
Offene Pyloroplastik :	166,77	27,06 $\pm$ 7,54
Pylorotomie :	274,48	26,60 $\pm$ 3,68
Kontrollgruppe :	—	32,98 $\pm$ 6,63

Tab. 13 : Anpassungsgrad der verschiedenen Pyloroplastikformen an die Magenentleerung gesunder Kontrollpersonen.

DISKUSSION

Ergebnisse der bisherigen Entleerungsforschung

Die Motilität und die Entleerungsfunktion des Magens sind eng miteinander verknüpft. Die Entleerung geht aktiv vor sich, eine intakte Motorik ist somit Voraussetzung für eine intakte Entleerung. Dabei darf man nicht übersehen, daß nicht jede peristaltische Welle zum Nahrungstransport ins Duodenum beitragen muß.

Seit MARBAIX (1898) war bekannt, daß die absolute physiologische Entleerungsrate vom Füllungszustand des Magens abhängt. Seine Studien mit Wasser nach der schon beschriebenen Rückgewinnungsmethode ergaben weiterhin, daß die Entleerung einer exponentiellen Kurve folgt.

(Abb. 5).

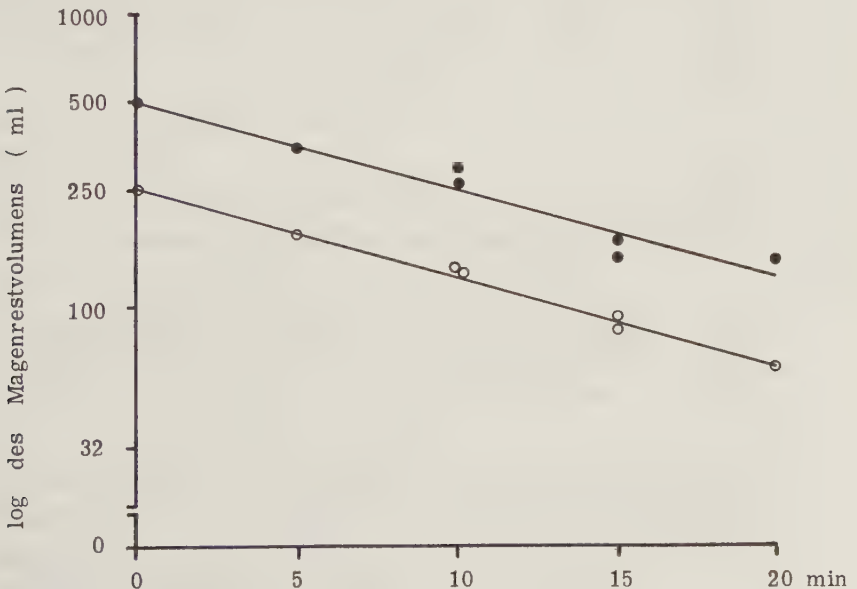


Abb. 5 : Entleerung von 500 und 250 ml Wasser. Die Entleerung ist exponentiell, die absolute Entleerungsrate ist vom Füllungszustand des Magens abhängig. (Nach HUNT & KNOX , 18; 19).

Bei allen späteren Forschungen ergab sich in Übereinstimmung mit MARBAIX eine Magenentleerung, deren quantitatives Verhalten eine Funktion des Mageninhaltes ist. Dies deutet darauf hin, daß Dehnungsrezeptoren in der Magenwand den Vorgang steuern. Die Magenentleerung wird aktiv bewerkstelligt, sie ist von Schwerkraft und Körperposition nur geringfügig abhängig (HUNT).

HUNT beschreibt die Entleerung einer Testmahlzeit, die Fett, Kohlehydrate und Eiweiß enthält, ebenfalls als exponentiell, wobei die Viskosität des Mahles weder für Entleerungsrate, noch für Entleerungsmuster eine Rolle spielt (Abb. 6).

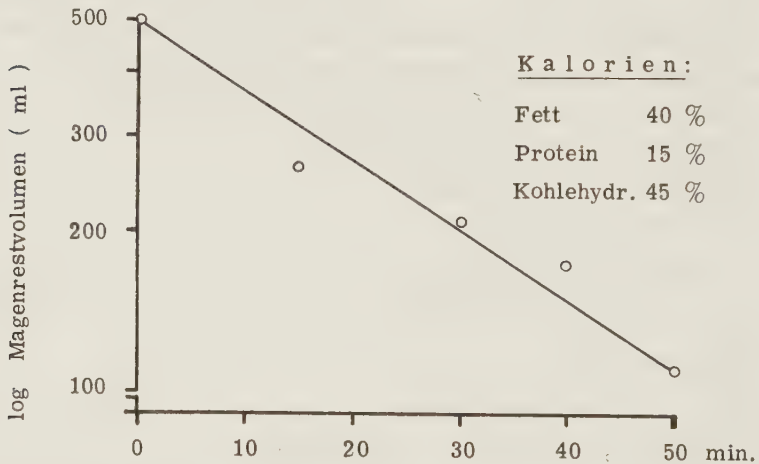


Abb. 6 : Die Magenentleerung erfolgt exponentiell in Abhängigkeit vom gastralen Füllungszustand. (Umgezeichnet nach HUNT&KNOX)

In späteren Veröffentlichungen beschrieben HUNT und MACDONALD, daß bei großvolumigen Testmahlzeiten (1250 ml) nur ein kleiner Abschnitt der Entleerung exponentiell erfolgt. Zu Beginn und am Ende der Messungen war die Entleerung schneller, als es der geforderten exponentiellen Entleerung entsprach.

SALAMANCA Jr., der bei Hunden unter vergleichbaren Voraussetzungen ähnliche Resultate erzielte, führte dies auf die relativ große Anfangsfüllung des Magens zurück, Aber auch Mahlzeiten mit 750 ml beim Menschen ergaben in der Endphase stark von der Exponentialfunktion abweichende Entleerungskurven, aber nur, wenn das zurückgewonnene Magen-volumen kleiner als 20 ml war. Die schnelle Anfangsentleerung nannte HUNT einen "Startindex". HOPKINS analysierte die von HUNT und MACDONALD erbrachten Kurven genauer, und beschrieb daraufhin die Magenentleerung als Quadratwurzelfunktion des in der Zeit verbleibenden Inhaltes.

Die postulierten Dehnungsrezeptoren in der Magenwand steuern folglich nicht nur die quantitative Entleerungsrate, sondern auch das qualitative Verhalten der Entleerung.

Neuere Untersuchungen von S. MOBERG (1974) mit einer Protein, Kohlehydrate und Fett enthaltenden, flüssigen Testmahlzeit, bestätigen im Wesentlichen HUNT's Ergebnisse. Die Gesamtkurve verläuft zwar angenähert exponentiell, relativ dazu ist jedoch die Entleerung der Anfangsphase (bis 5 min.) beschleunigt. (Vergl. HUNT's Startindex !). Dies veranlaßte MOBERG eine Zweiteilung der Entleerungskurve vorzunehmen:

Einer Phase schneller Anfangsentleerung folgt eine zweite Phase langsamerer Entleerung. Die mathematische Analyse der zweiten Phase ergab bei fünf von sieben Kontrollpersonen eine bessere Übereinstimmung mit einer linearen als mit einer exponentiellen Kurve.

In Anbetracht früherer Ergebnisse postulierte er eine exponentielle Entleerungsfunktion für Testmahlzeiten, die nur auf Grund ihres Volumens einen Motilitätsreiz ausüben, nicht aber wegen ihrer physikalischen oder chemischen Beschaffenheit einen magenmotilitätshemmenden Mechanismus im Dünndarm auslösen. Für solche Testmahlzeiten, wie sie auch von ihm verwendet wurden, nimmt er eine arithmetisch lineare Entleerungskurvenform in der zweiten Phase an.

STAUCH und BÖTTCHER veröffentlichten 1976 ihre Entleerungsstudien, die mit der Magensequenzszintigraphie gewonnen wurden.

Sie beschrieben bei magengesunden Personen eine im Anfangsteil fast lineare, doch im Gesamtverlauf exponentielle Kurvenform. Seltener wurden Abweichungen vom exponentiellen Muster beobachtet, so z.B. eine verzögerte Anfangs - bzw. Endentleerung.

Wurden die bisherigen Ergebnisse fast ausschließlich mit flüssiger Testnahrung gewonnen, erlaubte die Entwicklung szintigraphischer Meßmethoden auch die Einbeziehung fester Nahrung in die Entleerungsstudien. HEADING konnte so den monoexponentiellen Verlauf der Flüssigkeitsentleerung bestätigen. Feste Nahrung dagegen wird linear ins Duodenum entleert, außerdem signifikant langsamer als Flüssigkeiten. Geringfügige Abweichungen vom exponentiellen Muster im Sinne einer relativen Beschleunigung in der frühen Phase der Flüssigkeitsentleerung, bezeichnete HEADING als " excess early fraction ", und dürfte wohl mit dem HUNT'schen " Startindex " übereinstimmen.

M. BUSSE erhielt bei der sonographischen Bestimmung der Magenentleerung mit flüssiger, physiologischer Testnahrung ähnliche Ergebnisse wie die übrigen Autoren. Nach ihren Berechnungen erfüllt eine exponentielle Kurvenform am besten die gestellten mathematischen Voraussetzungen. Eine relativ beschleunigte Anfangsentleerung im Sinne von HUNT und HEADING wurden nicht beobachtet. Mit dem Nachweis der Reproduzierbarkeit dieser sonographischen Methode waren die Voraussetzungen für eine weitere klinische Anwendung geschaffen. (Abb. 13).

Zusammenfassend läßt sich über die Magenentleerung gesunder Kontrollpersonen festhalten:

- 1) Die Entleerung fester Nahrung erfolgt linear.
- 2) Die Entleerung von Flüssigkeiten erfolgt exponentiell, mit einer von der Methode abhängigen, geringen relativen Beschleunigung in der Anfangsphase.
- 3) Die absolute Entleerungsrate ist abhängig vom gastraln Füllungs-
zustand, die relative ist konstant in Abhängigkeit von der Zeit.

Regulation der Magenentleerung

Aus frühen Entleerungsmessungen war bekannt, daß die Magenentleerung durch die physikalische und chemische Beschaffenheit des Chymus verändert wird. Rezeptoren, die diese Eigenschaften registrieren, sollen im Dünndarm lokalisiert sein ; es gelang aber bisher nicht, sie anatomisch - morphologisch zu definieren. Werden sie erregt, so wird die Entleerungstätigkeit des Magens über nervale und humorale Mechanismen wechselnd intensiv gebremst, und zwar in Abhängigkeit von Qualität und Quantität des in den Darm gelangenden Mageninhaltes.

Physikalisch - chemische Substrate für diese Rezeptoren sind Fettsäuren, Säuren und der osmotische Druck, wobei die Empfindlichkeit der Rezeptoren in genannter Reihenfolge abnimmt. Vereinfacht läßt sich sagen, daß steigende Konzentration der genannten Substanzen, bzw. zunehmender osmotischer Druck eine Abnahme der Entleerungsgeschwindigkeit bewirkt. Daneben ergibt, vielleicht als der wichtigste Regulationsmechanismus, eine intraenterale Drucksteigerung auf dem neurogenen Reflexweg eine Motilitätsminderung des Magens (Enterogastrischer Reflex).

Für die quantitative Entleerung unterschied HUNT zwei Mechanismen:

- 1) Eine Pumpe mit konstanter Frequenz, die von der Dehnung der Magenwand abhängt,
- 2) eine variable, vom Duodenum aus gesteuerte Entleerung.

Nach welchen spezifischen Kriterien die einzelnen Rezeptoren die Magenentleerung regulieren, ist noch zu wenig bekannt. Daß überhaupt eine Regulierung stattfindet, wird verständlich, wenn man die pathophysiologischen Ursachen verschiedener Magenkrankheiten kennt. Eine verzögerte Magenentleerung begünstigt in nicht unerheblichem Maße die Entstehung von Ulcera als Folge der hohen Gastrinausschüttung bei Magendehnung. Eine zu schnelle Entleerung kann die Kreislaufsymptomatik des Dumping - Syndroms verursachen.

Beeinflussung der Magenentleerung durch körpereigene
Substanzen (Hormone , Enzyme)

Viele, im menschlichen Körper physiologischerweise gebildeten Verbindungen, die meist der Klasse der Hormone oder der Enzyme zuzuordnen sind, üben einen direkten oder indirekten Einfluß auf die Magenentleerung aus. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Substanzen aufgeführt, die eine fördernde oder hemmende Wirkung auf Magenmotilität und -entleerung besitzen :

Motilität und Entleerung
fördernd :

Acetylcholin
(Penta -) Gastrin
Motilitin
Histamin
Prostaglandin F
Insulin
Schilddrüsenhormone

Motilität und Entleerung
hemmend :

Noradrenalin / Adrenalin
Cholezystokinin - Pankreozymin
Enterogastrone
Caerulein
Prostaglandin E
Gallensäuren
Glukagon
Sekretin
Serotonin
Gastric Inhibitory Polypeptid = GIP

Tab. 14 : Physiologische, die Magenmotilität und -entleerung
fördernde oder hemmende Substanzen.

Psychische Beeinflussung der Magenentleerung

Schon lange ist bekannt, daß Emotions- und Streßsituationen die Magenmotorik beeinflussen. Zorn, Haß, Aufwiegelung und Angst sollen stimulierend, Depressionen hemmend auf Tonus und Peristaltik des Magens einwirken. Durch psychischen oder physischen Streß verschiebt sich das vegetative Gleichgewicht, das sich in einer Sympathikusüberfunktion äußert. Bei den meisten Menschen folgt dieser Erregung eine kompensatorische Parasympathikusphase, doch neigen manche zu dysregulatorischen Abläufen im vegetativen Nervensystem. Folge der Sympathikusübererregung ist eine verlangsamte Peristaltik bei hypertonisierten Sphinkteren (Pylorus), die zu einer verzögerten Entleerung der Speisen aus dem Magen führt. Bei bleibender Pylorusdysfunktion findet sich häufig schon nach kurzer Zeit eine kompensatorische Hyperperistaltik des Magenkorpus und -antrums, ohne daß die Entleerungsfunktion wesentlich verbessert würde. Durch die Pylorusdysfunktion kommt ein gesteigerter duodeno - gastraler Reflux zustande, der wiederum entleerungshemmende Gallensalze in den Magen bringt. Untersuchungen zeigten, daß der duodeno - gastrale Reflux bei Magengeschwürskranken signifikant gegenüber Gesunden gesteigert ist. Das Sistieren der Speisen im Magen, die Salzsäure, die durch Wanddehnung über vermehrte Gastrinliberation gebildet wird, und die Effekte der Gallensalze bedingen offenbar eine deletäre Situation für die Magenschleimhaut und führen zum Magengeschwür. Daneben werden die in der Magenwand verlaufenden Gefäße durch dauernde Spasmen der Muskulatur abgekllemmt, die Durchblutungsstörungen begünstigen ebenfalls die Ulcusentstehung.

Die Magenentleerung beim *Ulcus pepticum*

Beim *Ulcus pepticum* kann eine Entleerungsstörung durch mehrere Mechanismen bedingt sein. Ein erhöhter Vagotonus mit Störungen der Antrummotorik, pathologische Sekretionsverhältnisse und ulcusbedingte funktionelle oder narbige Pylorusveränderungen können die Magenentleerung beeinflussen. Bei einer Pylorusdysfunktion wirkt sich zusätzlich der entleerungshemmende Effekt der über den duodeno - gastralen Reflux ins Magenlumen gelangenden Gallensalze aus. Umgekehrt kann auch eine primär verzögerte Magenentleerung mit einer Ursache für die Geschwürsentstehung sein, weiß man doch, daß Magenstase und nachfolgende, erhöhte Gastrinausschüttung über eine Anregung der Säureproduktion zum *Ulcus* führt.

BRÖMSTER fand mit einer flüssigen, und GRIFFITH mit einer halbfesten Testnahrung und mit Hilfe szintigraphischer Magenvolumen - bestimmungen, eine Verzögerung der Magenentleerung bei *Ulcus ventriculi* Patienten, die jedoch gegenüber Gesunden nicht signifikant verschieden war.

WORMSLEY untersuchte 1972 die Rolle der Salzsäure bei Gesunden und bei *Ulcus ventriculi* Kranken mittels duodenaler Säureperfusion. Nach seinen Ergebnissen unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht, d. h., Salzsäure im Duodenum vermindert beim Gesunden sowie beim Geschwürskranken die Magenentleerungsgeschwindigkeit um den gleichen Betrag.

Die Form der Entleerungskurve erwies sich bei allen Untersuchungen als exponentiell.

Bei den Versuchen, die Magenentleerung bei *Ulcus duodeni* Patienten zu messen, finden sich in der Literatur sehr widersprüchliche Ergebnisse. Dies man zum einen auf unterschiedliche Technik und Versuchsbedingungen zurückzuführen sein, zum anderen darauf, daß man

versuchte, die Entleerung in ein einheitliches Schema zu pressen. Einige Autoren, wie GEORGE 1968, BRÖMSTER 1969, HINTZ 1971 und HEADING 1976 vertraten die aus ihren UNtersuchungen gewonnene Meinung, daß die Magenentleerung flüssiger Testmahlzeiten bei diesen Patienten gegenüber Gesunden unverändert, oder höchstens nicht signifikant beschleunigt sei. Andere, wie HUNT, wiesen eine verlangsamte Entleerung nach. Das Entleerungsmuster wird dabei von allen Autoren als exponentiell bezeichnet. MOBERG erhielt bei Ulcus duodeni Kranken die gleiche Kurvenform wie bei Gesunden, nur war bei den Kranken die erste Phase etwas prolongiert, sodaß insgesamt eine leichte Beschleunigung der Entleerung resultierte. Darüberhinaus beobachtete HEADING bei diesen Patienten ebenfalls eine relativ beschleunigte Anfangsentleerung im Sinne der "excess early fraction". Mit gemischter, bzw. fester Nahrung fanden GRIFFITH 1968, FORDTRAN und HEADING 1976 eine signifikante Beschleunigung der Magenentleerung bei Ulcus duodeni Patienten. Im Gegensatz zu den zwei erstgenannten beschrieb HEADING die Kurvenform nicht als exponentiell, sondern als linear.

Im Bemühen, die konträren Forschungsergebnisse einheitlich zu interpretieren, unterschied WORMSLEY zwei Typen von Ulcus duodeni Kranken: Beim Typ I soll eine Beschleunigung, bei Typ II eine Verlangsamung nach duodenaler Säuerung erfolgen. BERGER und Mitarbeiter fügten noch einen Typ III hinzu, bei dem die Magenentleerung ungestört verläuft. Die Einteilung in die einzelnen Gruppen erfolgte nach der Halbwertszeit, das ist die Zeit, in der die Hälfte des markierten Nahrungsbolus aus dem Magen in das Duodenum entleert ist.

Durch die bisher beste, physiologischste Methode der Entleerungsmessung, die Sonographie, wird der exponentielle Verlauf der Kurve bestätigt. Überraschenderweise zeigt sich, daß zwar Patienten mit ungestörter oder verzögerter, jedoch keine mit beschleunigter Magenentleerung gefunden wurden. Auch hier erwies sich eine Einteilung in drei Gruppen als zweckmäßig. Auf die besondere Wertung der genannten Aspekte soll am Schluß noch eingegangen werden.

Beeinflussung der Magenentleerung durch verschiedene Krankheiten

Bei Hypochlorhydrie und Achlorhydrie beschrieb 1973 HALVORSEN eine signifikant beschleunigte, exponentiell verlaufende Magenentleerung. Beseitigt man den Säuremangel durch intragastrale Säuregeben, so folgt eine Hemmung der Entleerung.

GRIFFITH und DAVIES untersuchten unabhängig voneinander den Einfluß von Malignomen des Magens in Bezug auf dessen motorische Funktion. Sie erzielten übereinstimmende Ergebnisse, wonach die Entleerung bei Karzinom oder lymphoretikulären Systemerkrankungen verzögert, die Motorik des Magens eingeschränkt oder gar aufgehoben ist.

Bei Infektionskrankheiten des Magen - Darm - Traktes führt Diarrhoe und / oder Erbrechen zu einem K^+ - Verlust, als Folge entsteht eine akute Magendilatation mit Entleerungsbeeinträchtigung.

Durch Pankreatitis, Cholelithiasis und Cholangitis werden viszero - viszerale Reflexe ausgelöst, die die Magenmotorik hemmen.

Die Darmflora soll an der Regulierung der Entleerung beteiligt sein, und zwar durch Anregung der Entleerungstätigkeit zum Schutze vor der Invasion pathogener Bakterien in den Dünndarm.

Auch bei Patienten mit Kollagenosen wurden charakteristische Veränderungen der Motorik mit Entleerungsstörungen beschrieben.

Beeinflussung der Magenentleerung durch Magenoperationen

Magenteilresektionen (BILLROTH I und II)

Die verstümmelnden Eingriffe am Magen, in Form der Teilresektionen, haben verständlicherweise einen erheblichen Einfluß auf die Magenentleerung. Zum einen fällt die physiologischerweise steuernde, intakte Antrum - und Pylorusmotorik weg, zum anderen ist der duodenale Regelmechanismus deutlich gestört. Die hohe postoperative, mit der Entleerungsfunktion zusammenhängende Komplikationsrate beweist diese Vorstellungen.

Vagotomie ohne und mit Pyloroplastik

Die Therapie des Ulcus pepticum mit der von DRAGSTEDT entwickelten, bilateralen trunkulären Vagotomie, führte neben der erwünschten Säurereduktion zu deutlichen Motilitätsstörungen, da ja der Nervus vagus auch motorische Impulse vermittelt. Durch die folgende Entleerungsverzögerung, den prolongierten Kontakt der Nahrung mit dem Antrum und somit verbundener erhöhter Gastrinliberation, kam es zu hohen Ulcus - Rezidivquoten. Die Stase der Nahrung im hypotonen Magen versuchte man mittels einer Drainageoperation zu verhindern. Trotz dieser Drainage, die als konventionelle Pyloroplastik nach HEINECKE - MIKULICZ, FINNEY oder JABOULAY durchgeführt wurde, kam es in einem nicht unerheblichen Prozentsatz zu postoperativer Retention und Dilatation. Im Laufe der Zeit bildeten sich diese Symptome wegen des wiederkehrenden Tonus des Magens zurück. Möglicherweise auf den passageren Charakter der Entleerungsverzögerung zurückzuführen sind Untersuchungen, deren Ergebnisse diskrepant zu obigen sind. So fand COLMER 1973 eine zum präoperativen Vergleich beschleunigte Magenentleerung nach trunkulärer

selektiv kompletter Vagotomie + konventionelle Pyloroplastik, die besonders stark bei Patienten mit einer postoperativen Diarrhoe ausgeprägt war. Beschleunigt zeigte sich im wesentlichen nur die initiale Entleerungsfraction, ohne daß sich die Halbwertszeiten signifikant unterschieden. COLMER schloß daraus, daß die Vagotomie mit der Pyloroplastik mehr das Entleerungsmuster als die Entleerungsrate verändert. Während praeoperativ die ganze Kurve monoexponentiell verlief, ergaben sich postoperativ zwei Komponenten : Einer anfänglich signifikant schnelleren Komponente innerhalb der ersten zehn Minuten nach Nahrungsaufnahme, bei der schon der größte Teil des Mageninhaltes ins Duodenum abgegeben wird, folgt eine exponentielle Phase mit annähernd gleichen Entleerungsraten wie praeoperativ. Interessant ist, daß bei den Untersuchungen COLMER's die Höhe der initialen Entleerungsfraction in ursächlichem Zusammenhang mit der postoperativen Diarrhoe steht.

Eine verzögerte Magenentleerung führt also zu Retentionserscheinungen mit Regurgitation des Mageninhaltes, Völlegefühl und Erbrechen. Eine beschleunigte Magenentleerung hat eine akute Jejunumdilatation und dadurch möglicherweise postprandiale Diarrhoe und Dumping - Syndrom zur Folge. Alle weiteren Techniken der Vagotomie zielten daraufhin ab, diese Komplikationen vermeiden zu helfen.

Erster Schritt dazu war die Entwicklung der selektiven proximalen Vagotomie (SPV) durch F. HOLLE.

Bei diesem Verfahren wird die Antruminnervation geschont, die Funktion des Antrums als wesentlicher Faktor der Motilität also belassen. Messungen des Motilitätsindex und der Druckverhältnisse im Antrum nach einwandfreier SPV ergaben, daß diese nicht meßbar gestört werden (HOLLE 1973). Soll jedoch die Sekretion komplett unterbunden werden, müssen immer Fasern im Bereich der kaudalen Grenzäste mitdurchtrennt werden, dies führt zu einem partiellen Verlust der Antrummotilität.

Als Folge werden Dysfunktionen und Dysrhythmien beobachtet, die aber

lange nicht so stark wie bei der trunkulären Vagotomie ausgeprägt sind.

Untersuchungen von WILBUR und KELLY zeigten, daß die Flüssigkeitsentleerung durch Tonusänderungen der proximalen Magenabschnitte gesteuert wird, und die der Festnahrung durch das Antrum. Folglich bedingt der partielle Verlust der Antrummotilität eine Retention fester Nahrungsbestandteile, die durch das Fehlen einer ausreichenden Durchmischung noch begünstigt wird. Flüssigkeiten hingegen sollen normal oder leicht beschleunigt entleert werden. Diese Vorstellungen wurden durch röntgenkinematographische Studien belegt.

Mit flüssiger Testnahrung wies CARLBERGER 1972 nach, daß nach SPV die initiale Phase der Entleerung im Vergleich zu praeoperativ nicht verändert war. Die zweite Phase jedoch rascher verlief. Diese Beschleunigung der zweiten Phase war jedoch nicht ausreichend signifikant.

Die klinischen Ergebnisse bei einer SPV allein, ohne Pyloroplastik, wie sie von einigen Autoren bei nicht stenosiertem Pylorus durchgeführt wird (AMDRUP, JOHNSTON, HEDENSTEDT, GRASSI), zeigten, in guter Korrelation mit den kinematographischen Untersuchungen, in einem nicht unbeträchtlichen Prozentsatz Retentionerscheinungen.

Allein die Kombination der SPV mit einer zusätzlichen, passagenormalisierenden Drainageoperation kann diesen Zustand beseitigen. Sie ist ein echtes Problem der plastischen Chirurgie und wird als individualisierende, form- und funktionsgerechte Pyloroplastik (F. HOLLE) ausgeführt. Eine kontrollierte, röntgenologische Studie an Ulcus duodeni Patienten der Chirurgischen Poliklinik der Universität München, bewies die verbesserte Magenentleerung bei SPV mit einer zusätzlichen Pyloroplastik.

Befürchtungen, daß die Pyloroplastik einen bereits bestehenden duodenogastralen Reflux verstärken könnte, haben sich nicht bestätigt, wenn die Pyloroplastik nach den genannten Kriterien durchgeführt wurde.

Von den Befürwortern einer SPV ohne Pyloroplastik wird oft auf die angeblich beschleunigte Flüssigkeitsentleerung derselben und somit auf ein nachfolgendes Dumping - Syndrom hingewiesen. Es ist jedoch sehr fraglich, ob einem intakten Pylorus die entscheidende Rolle in der Steuerung der Flüssigkeitsentleerung zukommt, weiß man doch, daß diese vorwiegend durch Tonusänderungen des Fundus - Korpus - Abschnittes gesteuert wird. Außerdem ist bewiesen, daß auch viele Magengesunde eine flüssige Mahlzeit schnell entleeren können, ohne daß über dumpingähnliche Symptome geklagt würde. Tatsächlich gelang noch nicht der Nachweis eines signifikanten Unterschiedes in der Dumpinghäufigkeit bei SPV mit und ohne Pyloroplastik. Sie wird nach Statistiken der Chirurgischen Poliklinik der Universität München mit 1 % beziffert (SPV + Pyloroplastik), wird aber auch bei SPV ohne Pyloroplastik beschrieben.

Ein weiteres Argument gegen die Anwendung einer obliquierten Pyloroplastik wird, ähnlich wie beim Dumping - Syndrom, durch die klinische Erfahrung widerlegt:

Die sogenannten Postvagotomie - Diarrhoen sind nicht sehr wahrscheinlich auf die Pyloroplastik als wesentlichen Faktor der Pathogenese zurückzuführen. Sie werden auch nach alleiniger SPV beobachtet, und sind nach den neuesten Forschungsergebnissen als chologene Diarrhoen charakterisiert. Es wurde bei allen Vagotomieformen ein signifikanter Anstieg an Chenodesoxycholsäure im Stuhl gefunden. Die Häufigkeit der Diarrhoen nach SPV + Pyloroplastik wird mit ca. 2 % leichter Formen angegeben.

Die postoperativ sonographisch gemessene Magenentleerung liefert einen überzeugenden Beweis für die Richtigkeit der Kombination SPV + Pyloroplastik. Von 19 untersuchten Patienten wurde bei zehn eine normgerechte Entleerung gefunden, bei zweien sogar eine Verzögerung, und nur bei einem Patienten eine Beschleunigung. Praeoperativ wurde bei 16 dieser Patienten eine deutlich verlangsamte Entleerung gemessen. Weitere Einzelheiten finden sich im Kapitel Ergebnisse.

Abschließende Beurteilung der Magenentleerungssonographie

Die diagnostische und therapeutische Bedeutung der Magenentleerung wurde zu Beginn dieser Dissertation ausführlich erläutert. Ihre sonographische Messung erweist sich als eine klinisch relativ einfache, und für den Patienten nicht unangenehme Untersuchung. Der hauptsächlichliche Vorteil besteht in der Verwendung einer physiologisch zusammengesetzten Testnahrung, die durch keinerlei Zusätze von Markierungssubstanzen den Chemismus oder das physikalische Milieu des Magens beeinträchtigt.

Messungen der Magenentleerung an gesunden Kontrollpersonen zeigten die Reproduzierbarkeit der Methode auf. In Übereinstimmung mit den meisten Literaturangaben entsprachen die mathematischen Voraussetzungen einer exponentiellen Kurvenform bei der Flüssigkeitsentleerung am besten den erhaltenen Ergebnissen.

Durch diese Erfolge ermutigt, entschloß man sich, die Magenentleerung sonographisch auch bei Ulcus duodeni Patienten zu messen, mit dem Ziel, vielleicht dadurch die bisherigen, widersprüchlichen Angaben über diese Patientengruppe diesbezüglich klären zu können.

Die Untersuchungen ergaben, daß die Magenentleerung ebenfalls exponentiell erfolgt. Im Gegensatz zu den Angaben in der Literatur überrascht die Feststellung, daß der größte Teil der Ulcusträger eine, teils erheblich verzögerte Magenentleerung aufweist, obwohl praeoperativ keine (eindeutige) Pylorusstenose (MDP, Endoskopie) diagnostiziert wurde. Nur ein kleiner Teil der Patienten entleerte normgerecht, Beschleunigungen wurden nicht beobachtet.

Nach der Reproduzierbarkeit bewiesen statistische Untersuchungen auch die Validität der Ergebnisse. Vergleicht man nämlich die Patientengruppe, bei der verdachtsweise praeoperativ oder später intraoperativ eine Stenose bzw. ein duodeno-gastraler Reflux bestand, mit den übrigen Patienten, findet man teils signifikante, teils statistisch auffällige

Unterschiede: die Erstgenannten entleeren noch langsamer !

Zweckmäßig ist eine Einteilung in drei Gruppen, mit normaler, verzögerter und stark verzögerter Entleerung, wobei die Abgrenzung letzterer wegen der dann obligat durchzuführenden Pyloroplastik von Bedeutung ist.

Die Magenentleerungssonographie erweist sich somit den meisten anderen Methoden überlegen, da sie eine eindeutige Aussage über das Entleerungsverhalten zuläßt. Durch diese quantitative und qualitative Aussagekraft lassen sich dann sowohl diagnostische, als auch therapeutische Konsequenzen ziehen.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß es beim praedisponierten Ulcusträger wohl zu einer Verschiebung des vegetativen Gleichgewichtes zwischen motorischer und sekretorischer Funktion zu Gunsten letzterer kommt. Folglich ist die Magenentleerung direkt wegen der unzureichenden Motilität, oder indirekt über die erhöhte Säurefreisetzung mit regulatorischer Hemmung verzögert. Die Magenstase leitet einen "Circulus vitiosus" ein, der offenbar eine deletäre Situation für die Magen- und Duodenalschleimhaut mit sich bringt:

Ein Ulcus entsteht !

Nach dieser Theorie ist, zusammen mit den ulcusbedingten Wandveränderungen eine beschleunigte Entleerung von vornherein unwahrscheinlich und durch die sonographischen Messungen auch widerlegt. Dieses entscheidende Erkenntnis, nämlich daß ein viel größerer Prozentsatz von Ulcus duodeni Patienten eine verzögerte Magenentleerung aufweist, als man auf Grund der bisherigen Untersuchungen annahm, sollte eigentlich die Anwendung einer obligaten Pyloroplastik, zumindest bei den Patienten mit sonographischer "Stenosierung", rechtfertigen.

Bei der gleichen Patientengruppe wurde die Magenentleerung auch nach SPV + form- und funktionsgerechter (HOLLE) Pyloroplastik sonographisch gemessen. Sie erfolgt exponentiell mit einer geringen relativen Beschleunigung in der Anfangsphase. Beeindruckendes Resultat war bei

den meisten Patienten eine völlig normale Flüssigkeitsentleerung bei klinischer Unauffälligkeit. Man darf davon ausgehen, daß die Entleerung fester Nahrung zum indet nicht beschleunigt ist. Außerdem werden durch das Ausmaß der kaudalen Denervierung des Magens zur Säure-reduktion immer motorische Fasern mitdurchtrennt, sodaß auch hier zur Kompensation des Verlustes an Motilität eine Pyloroplastik ange-bracht erscheint. Die ausgezeichneten klinischen Ergebnisse mit einer Minimalrate an Komplikationen nach SP V + ff Pyloroplastik sprechen für sich ! Nur, wenn auch die sonographische Entleerungsmessung kei - nen Hinweis auf eine V erzögerung liefert, sollte die Pyloroplastik in die Diskussion einbezogen werden; gleichzeitig ist jedoch mit dieser Meß - methode dem Chirurgen eine wichtige Entscheidungshilfe in die Hand gegeben.

Die Möglichkeiten der Magenentleerungssonographie sind damit noch nicht erschöpft. Für die Zukunft lassen sich folgende Ziele umreißen:

1. Die zeitlich aufwendige Untersuchung muß gekürzt werden. Es erhebt sich die Frage, ob man nicht repräsentative Schnittebenen zu bestimmten, repräsentativen Zeitpunkten herausgreifen kann. Einige vielversprechende Vorstudien berechtigen zu dieser Hoffnung.
2. Das Verfahren zur Messung, insbesondere der Schnittflächenberechnung, müßte automatisiert werden.
3. Durch Entwicklung einer geeigneten Testmahlzeit sollten auch Entleerungsstudien mit fester Nahrung möglich sein.

Unter diesen Perspektiven liefert die Magenentleerungssonographie einen hervorragenden Beitrag zum Verständnis der physiologischen und pathophysiologischen Zusammenhänge der Magenentleerung.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Magenentleerung wurde mit Hilfe der von STEIN entwickelten Methode der sonographischen Magenvolumenbestimmung und einer physiologischen, flüssigen Testmahlzeit bei Ulcus duodeni Patienten prae - und postoperativ gemessen. Die Ergebnisse wurden mit denen einer gesunden Kontrollgruppe verglichen.

Praeoperativ erhielt man eine exponentielle Entleerung, die jedoch bei den meisten Patienten eine teils erhebliche Verzögerung zeigte. Es erwies sich als zweckmäßig, drei Gruppen zu unterscheiden: Patienten mit normgerechter, mit verzögerter und mit stark verzögerter Entleerung. Eine retrospektive Einteilung in Ulcusträger mit und ohne prae - bzw. intraoperative Stenosierung oder duodeno - gastralen Reflux ergab weiterhin, daß erstere noch langsamer entleerten als letztere. Im Gegensatz zu den Angaben in der Literatur wurde keine Beschleunigung gemessen.

Bei der selben Patientengruppe folgte nach SPV + ff Pyloroplastik die Entleerung wiederum dem exponentiellen Muster, relativ dazu war jedoch die Anfangsphase geringfügig beschleunigt. Bei 16 von 19 Patienten war die Flüssigkeitsentleerung normal, zwei Patienten entleerten noch leicht verzögert, einer leicht beschleunigt. Ein weiterer Patient klagte über dumpingartige Kreislaufbeschwerden, bei ihm war die offenbar zu rasche Magenentleerung sonographisch nicht erfassbar. Vergleiche der Pyloroplastikformen untereinander und mit der Kontrollgruppe ergaben, daß die Entleerung der Patienten mit submuköser Pyloroplastik am meisten sich der von Gesunden näherte.

Die guten klinischen Resultate der SPV mit form - und funktionsgerechter Pyloroplastik finden somit durch die sonographischen Magenentleerungsstudien ihre Bestätigung. HOLLE's Forderung nach einer obligaten Pyloroplastik in Verbindung mit der SPV wird durch die gute postoperative Entleerungsfunktion eindeutig gestützt.

Name	Endoskopie	MDP	Op. - Bericht	Pathologie	1/2 T		Gruppenzugehörigkeit	
					praeop.	postop.	praeop.	postop.
A.B.	U	N, dgR	N, S, O	U	64, 1	32, 9	II	I
S.A.	Ø	Ø	U, N, O	o.A.	37, 8	---	I	
E.S.	U	U, N,	U, M	U, G,	92, 0	---	III	---
W.K.	U	N, dgR	N, O	o.A.	88, 0	---	III	---
A.H.	U, N	U	N, M	U, G	62, 5	54, 8	II	II
A.W.	U, N	U, N,	U, N, M	U, G,	52, 9	42, 7	II	I
R.S.	U, N,	U, N,	N, M,	U, G	48, 1	38, 4	II	I
J.F.	U	N	N, M	o.A.	70, 0	---	II	---
A.T.	U, N,	U, N,	nicht op.	D	75, 1	---	II	---
W.S.	U, N,	U, N,	U, S, O	U	69, 9	20, 7	II	I
J.S.	U, N	U, N	U, O	U, G, D	89, 0	25, 7	III	I
B.K.	U, N	U, N	N, M	o.A.	73, 4	30, 0	II	I
H.L.	U, N	U, N	U, N, M	U, D	54, 3	---	II	---
D.G.	U, S	U, S, dgR	U, S, P	U, G, D,	88, 0	24, 0	III	I

Fortsetzung

W.V.	U	U, N	U, O	U, G, D	39, 6	---	I	---
G. J.	Ø	U, N, dgR	U, S, P	U	83, 0	29, 2	III	I
E. M.	U, N	N	N, M	o. A.	44, 0	33, 2	I	I
C. A.	U	U	O, U	o. A.	33, 7	21, 2	I	I
A. K.	Ø	N	o. A.	o. A.	63, 7	59, 8	II	II
E. M.	U, N	U, N	O	o. A.	60, 3	16, 0	II	beschl.
L. S.	N	N	M	G, D	45, 4	26, 5	I	I
J. T.	U, N	U, N	N, M	U, G, D	95, 0	37, 9	III	I
F. G.	U	U, N	U, N, M	o. A.	57, 0	24, 2	II	I
W. B.	Ø	U, N	U, S, O	o. A.	83, 0	36, 9	III	I
H. K.	Ø	S, dgR	S, O	G, D	63, 5	35, 3	II	I
A. S.	U, N, S	N, dgR	S, O	G, D	57, 1	27, 8	II	I

Tabelle 15 : Angaben zu den praeoperativen Untersuchungsergebnissen, sowie 1/2 T und Gruppenzugehörigkeit prae- und postoperativ. Ø = nicht gemacht; o. A. = gemacht, aber keine Angabe; U = Ulkus; S = Stenose; N = Narbenbulbus/Pylorus; dgR = duoden.-gastr. Reflux; G = Gastritis; D = Duodenitis; M = submuk. PP; O = offene Pyloropl.; P = Pylorektomie.

	10	20	30	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$ +	88,31 ±	6,10			
SA		80,05 ±	9,94	70,94 ±	11,43
				64,50 ±	12,91
$\bar{x}_{t/2}$ +	88,84 ±	7,01			
SA		78,70 ±	9,30	71,52 ±	10,87
				64,31 ±	11,68
t	-0,7975	1,0321	-0,6786	0,1317	
Signifikant mit	0,50 > p > 0,40	0,40 > p > 0,30	0,60 > p > 0,50	0,90 > p > 0,80	
	50	60	70	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$ +	58,89 ±	13,35			
SA		51,38 ±	12,43	45,08 ±	11,72
				40,39 ±	11,01
$\bar{x}_{t/2}$ +	59,77 ±	11,78			
SA		52,38 ±	11,73	46,15 ±	10,57
				41,26 ±	10,74
t	-0,7766	-0,9674	-1,2090	-0,9933	
Signifikant mit	0,50 > p > 0,40	0,40 > p > 0,30	0,30 > p > 0,20	0,40 > p > 0,30	

Tabelle 16 : Vergleich der Messungen ohne Pylorus - Antrum - Bereich ($\bar{x}_{t/1}$; n = 23)
zu den Messungen mit Pylorus - Antrum - Bereich ($\bar{x}_{t/2}$; n = 23):
Verbundener t - Test.

Name	10	20	30	40	50	60	70	80 min.
A.B.	-	-	-	-	-	-	-	-
S.A.	84, 42	63, 62	56, 89	52, 43	36, 65	34, 31	26, 76	29, 44
E.S.	101, 32	82, 88	81, 08	70, 14	77, 14	74, 00	59, 97	56, 30
W.K.	-	-	-	-	-	-	-	-
A.H.	-	-	-	-	-	-	-	-
A.W.	90, 89	79, 87	62, 73	57, 47	55, 04	40, 36	33, 35	26, 13
R.S.	95, 33	65, 70	71, 98	51, 20	48, 09	40, 27	40, 01	32, 65
J.F.	91, 45	81, 90	78, 33	71, 33	60, 57	63, 87	52, 10	36, 02
A.T.	97, 58	92, 75	85, 88	69, 00	66, 74	66, 10	59, 37	46, 80
W.S.	88, 43	76, 18	69, 14	74, 53	70, 86	60, 59	47, 10	46, 61
J.S.	96, 34	84, 97	79, 95	75, 36	69, 80	71, 12	54, 85	56, 68
B.K.	84, 85	78, 70	63, 66	57, 80	57, 52	54, 18	50, 59	42, 87
H.L.	74, 47	66, 88	60, 35	54, 61	51, 81	39, 93	45, 03	41, 70
D.G.	90, 78	90, 34	78, 29	85, 65	84, 01	58, 68	59, 29	55, 44
W.V.	82, 51	69, 53	61, 19	52, 13	45, 05	37, 56	31, 45	26, 23
G.J.	97, 87	93, 63	91, 36	66, 86	69, 19	59, 52	50, 09	46, 22
E.M.	84, 13	75, 33	60, 46	51, 58	49, 64	41, 83	38, 70	33, 92
C.A.	85, 48	69, 07	52, 78	48, 50	46, 61	44, 30	34, 78	25, 44
A.K.	89, 46	86, 49	83, 51	82, 07	67, 36	54, 05	46, 28	46, 07
E.M.	74, 73	65, 80	57, 99	53, 60	56, 76	48, 60	46, 86	38, 90
L.S.	87, 08	72, 45	69, 12	56, 52	48, 27	41, 08	37, 83	33, 04
J.T.	93, 20	91, 09	88, 74	84, 94	75, 98	71, 11	63, 96	62, 98
F.G.	79, 49	73, 15	67, 73	55, 05	53, 70	50, 26	38, 42	35, 71
W.B.	93, 71	88, 18	77, 15	76, 22	66, 37	54, 66	63, 01	53, 18
H.K.	88, 47	80, 40	73, 92	66, 70	60, 38	53, 15	42, 04	42, 10
A.S.	91, 37	81, 08	72, 80	65, 39	57, 31	45, 28	39, 52	34, 56

Tabelle 17 : Meßergebnisse mit Pylorus - Antrum - Bereich: Praeoperativ

Name	10	20	30	40	50	60	70	80 min.
A.B.	97, 08	90, 11	81, 87	80, 52	70, 18	55, 38	42, 16	35, 67
S. A.	85, 81	69, 60	53, 15	44, 70	39, 83	34, 38	25, 08	26, 95
E. S.	99, 30	85, 83	83, 96	72, 62	69, 66	70, 10	58, 45	53, 94
W. K.	94, 09	91, 12	87, 63	80, 43	73, 35	65, 86	59, 21	54, 24
A. H.	91, 21	84, 42	77, 55	72, 78	60, 29	52, 38	42, 55	43, 50
A. W.	91, 99	83, 48	64, 29	55, 97	48, 14	38, 15	30, 05	24, 97
R. S.	91, 70	83, 64	72, 01	64, 53	48, 28	36, 63	35, 52	30, 91
J. F.	89, 75	77, 92	70, 73	64, 75	49, 70	56, 70	47, 92	32, 62
A. T.	91, 28	87, 75	83, 18	58, 68	57, 15	56, 58	53, 20	41, 05
W. S.	90, 42	85, 80	79, 56	80, 27	78, 35	66, 23	52, 50	49, 88
J. S.	90, 42	95, 84	81, 41	77, 17	70, 73	72, 70	54, 92	51, 43
B. K.	87, 63	85, 15	65, 19	62, 49	62, 12	53, 69	55, 78	44, 59
H. L.	81, 42	73, 43	66, 23	62, 91	57, 50	48, 00	48, 35	45, 80
D. G.	90, 37	87, 40	78, 67	86, 03	86, 65	60, 08	60, 75	59, 85
W. V.	79, 58	69, 24	60, 10	47, 00	39, 92	32, 43	25, 78	30, 75
G. J.	97, 90	95, 64	90, 69	86, 66	79, 78	70, 64	59, 06	56, 62
E. M.	83, 03	70, 53	58, 87	51, 26	46, 92	39, 12	38, 15	31, 74
C. A.	82, 78	61, 70	51, 09	44, 41	39, 92	37, 80	29, 80	24, 88
A. K.	86, 27	83, 12	79, 64	73, 63	64, 38	51, 79	43, 73	40, 25
E. M.	78, 08	64, 23	52, 73	54, 79	58, 90	51, 67	42, 09	36, 76
L. S.	85, 11	65, 43	60, 68	51, 89	44, 71	36, 57	33, 87	27, 18
J. T.	91, 73	87, 32	85, 43	79, 69	73, 34	67, 22	58, 42	55, 56
F. G.	77, 32	70, 45	65, 32	53, 94	54, 51	46, 23	35, 11	34, 11
W. B.	97, 16	89, 79	77, 78	76, 17	65, 82	52, 82	61, 03	52, 07
H. K.	87, 72	85, 48	77, 21	69, 83	62, 14	53, 67	45, 54	41, 47
A. S.	94, 42	82, 49	73, 60	64, 14	55, 98	49, 43	42, 08	36, 41

Tab. 18 : Meßergebnisse ohne Pylorus - Antrum - Bereich : praeoperativ.

n	(0 -) 10	(10 -) 20	(20 -) 30	(30 -) 40	min.
M : Gesamt praep.	26	89,22 + 6,30	80,44 + 9,10	72,51 + 11,00	65,97 + 11,97
ohne Sten. / dgR	18	87,46 + 6,51	77,33 + 8,85	69,21 + 11,10	61,38 + 10,93
mit Sten. / dgR	8	93,19 + 3,59	87,43 + 4,94	79,95 + 6,43	76,27 + 6,81
E : gesamt praep.	26	10,78 + 6,30	8,78 + 5,40	7,99 + 4,44	6,55 + 5,40
ohne Sten. / dgR	18	12,54 + 6,51	10,13 + 5,71	8,12 + 5,04	7,83 + 4,72
mit Sten. / dgR	8	6,81 + 3,59	5,76 + 3,13	7,48 + 2,88	3,68 + 6,96

n	(40 -) 50	(50 -) 60	(60 -) 70	(70 -) 80	min.
M : Gesamt praep.	26	60,33 + 12,02	52,59 + 11,46	45,89 + 10,67	41,26 + 10,42
ohne Sten. / dgR	18	55,92 + 10,63	50,21 + 12,79	43,38 + 10,74	38,65 + 10,39
mit Sten. / dgR	8	70,24 + 8,92	57,95 + 6,57	51,55 + 8,59	47,18 + 8,54
E : gesamt praep.	26	5,64 + 4,54	7,74 + 5,95	6,70 + 5,66	4,63 + 4,06
ohne Sten. / dgR	18	5,45 + 4,97	5,71 + 4,79	6,83 + 4,85	4,73 + 4,61
mit Sten. / dgR	8	6,03 + 3,72	12,29 + 6,03	6,41 + 7,47	4,37 + 2,66

Tabelle 19 : M : mittlere Meßdaten + Standardabweichung, E : mittlere Entleerungsraten + SA der praepoperativen sonographischen Magenentleerungsmessung

	10	20	30	40	50	60	70	80 min.
A.B.	97, 08	90, 11	81, 87	80, 52	70, 18	55, 38	42, 16	35, 37
S.A.	85, 12	66, 61	55, 02	48, 57	38, 24	34, 35	25, 92	28, 20
E.S.	100, 31	84, 36	82, 52	71, 38	73, 40	72, 05	59, 21	55, 12
W.K.	94, 09	91, 12	87, 63	80, 43	73, 35	65, 86	59, 21	54, 24
A.H.	91, 21	84, 42	77, 55	72, 78	60, 29	52, 38	42, 55	43, 50
A.W.	91, 44	81, 68	63, 51	56, 72	51, 59	39, 26	31, 70	25, 55
R.S.	93, 52	74, 67	72, 00	57, 87	48, 19	38, 45	37, 77	31, 78
J.F.	90, 60	79, 91	74, 53	68, 04	55, 14	60, 29	50, 01	34, 32
A.T.	94, 43	90, 25	84, 53	63, 84	61, 95	61, 34	56, 29	43, 93
W.S.	89, 43	80, 99	74, 35	77, 40	74, 60	63, 41	49, 80	48, 25
J.S.	93, 38	90, 41	80, 68	76, 27	70, 27	71, 91	54, 88	54, 05
B.K.	86, 24	81, 93	64, 43	60, 15	59, 82	53, 94	53, 19	43, 73
H.L.	77, 95	70, 16	63, 29	58, 76	54, 66	43, 97	46, 69	43, 75
D.G.	90, 58	88, 87	78, 48	85, 84	85, 33	59, 38	60, 02	57, 65
W.V.	81, 05	69, 39	60, 65	49, 57	42, 49	35, 00	28, 62	28, 49
G.J.	97, 89	94, 64	91, 03	76, 76	74, 49	65, 08	54, 58	51, 42
E.M.	83, 58	72, 93	59, 67	51, 42	48, 28	40, 48	38, 43	32, 83
C.A.	84, 13	65, 39	51, 94	46, 46	43, 27	41, 05	32, 29	25, 16
A.K.	87, 87	84, 81	81, 58	77, 85	65, 87	52, 92	45, 01	43, 16
E.M.	76, 41	65, 02	55, 36	54, 20	57, 83	50, 14	44, 48	37, 83
L.S.	86, 10	68, 94	64, 90	54, 21	46, 49	38, 83	35, 85	30, 11
J.T.	92, 47	89, 21	87, 09	82, 32	74, 66	69, 17	61, 19	59, 27
F.G.	78, 41	71, 80	66, 53	54, 50	54, 11	48, 25	36, 77	34, 91
W.B.	95, 44	88, 99	77, 47	76, 20	66, 10	53, 74	62, 02	52, 63
H.K.	88, 10	82, 94	75, 57	68, 27	61, 26	53, 41	43, 79	41, 79
A.S.	92, 90	81, 79	73, 20	64, 77	56, 65	47, 36	40, 80	35, 49

Tabelle 20 : Meßergebnisse $\bar{x}$ praeoperativ. n = 26.

Name	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80 min.
A.B.	2,92	6,97	8,24	1,35	10,34	14,80	13,22	6,49
S.A.	14,88	18,51	11,59	6,65	10,33	3,89	8,43	-2,28
E.S.	-0,31	15,95	1,84	11,14	-2,02	1,35	12,84	4,09
W.K.	5,91	2,97	3,49	7,20	7,08	7,49	6,65	4,97
A.H.	8,79	6,79	6,87	4,77	12,49	7,91	9,83	-0,95
A.W.	8,56	9,76	18,17	10,79	1,13	12,33	7,56	6,20
R.S.	6,48	18,85	2,67	14,13	9,68	9,74	0,68	5,99
J.F.	9,40	10,69	5,38	6,49	12,90	-5,15	10,28	15,69
A.T.	5,57	4,18	5,72	20,69	1,89	0,61	5,05	12,36
W.S.	10,57	8,44	6,64	-3,05	2,80	11,19	13,61	1,55
J.S.	6,62	2,97	9,73	4,41	6,00	-1,64	17,03	0,83
B.K.	13,76	4,31	17,50	4,28	0,33	5,88	0,75	9,46
H.L.	22,05	7,79	6,87	4,53	4,10	10,69	-2,72	2,94
D.G.	9,42	1,71	10,39	-7,36	0,51	25,95	-0,64	2,37
W.V.	18,95	11,66	8,74	11,08	7,08	7,49	6,38	0,13
G.J.	2,11	3,25	3,61	14,27	2,27	9,41	10,50	3,16
E.M.	16,42	10,65	13,26	8,25	3,14	7,80	2,05	5,60
C.A.	15,87	18,74	13,45	5,48	3,19	2,22	8,76	7,13
A.K.	12,13	3,06	3,23	3,73	11,98	12,95	7,91	1,85
E.M.	23,95	11,39	9,66	1,16	-3,63	7,69	5,66	6,65
L.S.	13,90	17,16	4,04	10,69	7,72	7,66	2,98	5,74
J.T.	7,53	3,26	2,12	4,77	7,66	5,49	7,98	1,92
F.G.	21,59	6,61	5,27	12,03	0,39	5,86	11,48	1,86
W.B.	4,56	6,45	11,52	1,27	10,10	12,36	-8,28	9,39
H.K.	11,90	5,16	7,37	7,30	7,01	7,85	9,62	2,00
A.S.	7,10	11,11	8,59	8,43	8,12	9,29	6,56	5,31

Tab. 21 : Einzelwerte der Entleerungsraten jedes Patienten : praeoperativ

n 25 = 100 %	darstellbar ohne Kreislaufsympt.	nicht darstellbar ohne Kr.sympt. "sonogr.Dumping"	nicht darstellbar mit Kr.sympt.	vom Patienten abgebrochen	Untersuchungs- zeitraum (Monate postop.)
19 = 76 % (100 %)	8 = 32 % (42 %)	2 = 8 % (10,5%)	9 = 36 % (47,5%)		3 - 3,5
8 = 32 % (100 %)	3 = 12 % (37,5%)	2 = 8 % (25 %)	3 = 12 % (37,5%)		3,5 - 4,5
5 = 20 % (100 %)	2 = 8 % (40 %)	0 = 0 % (0 %)	3 = 12 % (60 %)		4,5 - 5,5
8 = 32 % (100 %)	6 = 24 % (75 %)	1 = 4 % (12,5%)	1 = 4 % (12,5%)		5,5 - 6,5
	19 = 76 %	2 = 8 %	4 = 16 %		

Tabelle 22 :Anzahl der Untersuchungen und sonographische Darstellbarkeit des Magens : postoperativ

	n	10	20	30	40 min.
Gesamt postop.	19	71, 51 ± 6, 14	59, 29 ± 7, 94	50, 58 ± 9, 09	43, 10 ± 8, 88
ohne Sten./dgR	12	70, 52 ± 4, 09	60, 05 ± 9, 60	51, 08 ± 10, 42	44, 19 ± 10, 62
mit Sten./dgR	7	73, 20 ± 8, 78	57, 98 ± 4, 12	49, 72 ± 6, 90	41, 23 ± 4, 86
submuköse PP	8	71, 16 ± 4, 22	62, 02 ± 7, 93	54, 04 ± 7, 53	45, 10 ± 7, 68
offene PP	8	72, 25 ± 8, 48	55, 82 ± 7, 58	46, 31 ± 8, 99	38, 61 ± 5, 77
Pylorektomie	2	68, 99 ± 5, 34	56, 83 ± 2, 76	46, 15 ± 4, 60	41, 37 ± 5, 59
	n	40	60	70	80 min.
gesamt postop.	19	36, 37 ± 10, 62	29, 36 ± 7, 45	22, 52 ± 6, 03	18, 52 ± 6, 11
ohne Sten./dgR	12	38, 75 ± 12, 25	31, 06 ± 7, 86	23, 50 ± 6, 22	19, 55 ± 6, 09
mit Sten./dgR	7	32, 30 ± 5, 68	26, 45 ± 6, 14	20, 38 ± 5, 74	16, 76 ± 6, 19
submuköse PP	8	38, 49 ± 9, 35	30, 34 ± 5, 74	22, 71 ± 2, 30	18, 53 ± 2, 96
offene PP	8	32, 25 ± 5, 98	28, 21 ± 4, 60	22, 08 ± 4, 17	18, 50 ± 4, 40
Pylorektomie	2	29, 49 ± 3, 44	19, 80 ± 1, 36	14, 16 ± 1, 11	9, 68 ± 0, 65

Tabelle 23 : Mittlere Meßdaten + SA der postoperativen sonographischen Magenentleerungsmessung

	10	20	30	40	50	60	70	80 min.
A.B.	84, 80	62, 68	56, 62	34, 66	26, 46	20, 77	16, 04	12, 16
A.H.	75, 53	73, 30	64, 67	57, 42	58, 77	40, 62	23, 69	21, 42
A.W.	78, 16	73, 73	63, 59	51, 57	45, 98	34, 28	24, 89	14, 06
R.S.	73, 80	55, 05	57, 88	48, 61	34, 53	27, 12	22, 48	19, 06
W.S.	59, 98	50, 73	39, 80	38, 26	32, 12	28, 11	26, 23	25, 29
J.S.	70, 06	61, 91	41, 18	38, 08	36, 78	31, 68	23, 16	21, 16
B.K.	69, 36	58, 78	50, 03	38, 97	33, 51	26, 49	23, 10	22, 27
D.G.	65, 21	54, 88	42, 89	37, 42	27, 05	20, 76	14, 94	10, 14
G.J.	72, 76	58, 78	49, 40	45, 32	31, 92	18, 84	13, 37	9, 22
E.M.	69, 47	65, 30	51, 19	47, 46	35, 93	34, 63	22, 43	19, 71
C.A.	69, 82	51, 49	39, 24	35, 08	29, 24	24, 57	19, 65	15, 04
A.K.	73, 47	70, 12	65, 89	66, 44	66, 17	49, 81	41, 28	36, 37
E.M.	63, 67	40, 94	34, 35	29, 86	24, 89	23, 91	16, 31	13, 85
L.S.	69, 40	55, 73	46, 97	41, 83	33, 57	25, 17	20, 34	17, 63
J.T.	67, 75	60, 20	53, 56	41, 75	34, 92	30, 34	25, 91	19, 48
F.G.	65, 79	54, 08	44, 40	33, 20	30, 68	24, 08	18, 80	14, 57
W.B.	78, 94	57, 60	58, 04	46, 55	40, 33	31, 78	24, 94	19, 95
H.K.	70, 48	61, 89	53, 96	46, 55	39, 61	32, 93	25, 81	20, 24
A.S.	80, 22	59, 29	47, 31	39, 85	28, 58	31, 94	24, 48	20, 32

Tabelle 24 : Meßergebnisse $\bar{x}$ postoperativ. n = 19.

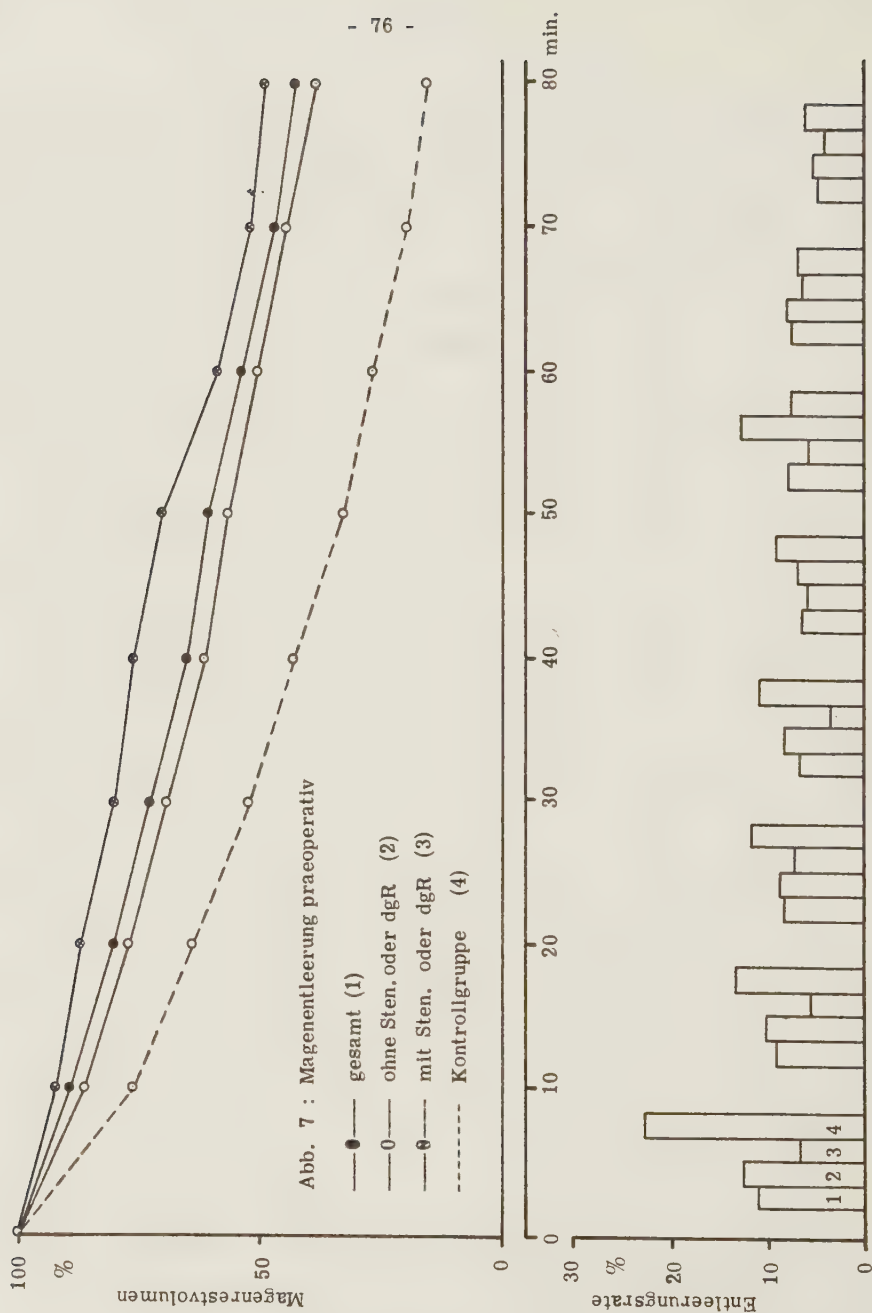
	n	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40 min.
Gesamt postop.	19	28,49 ± 6,14	12,22 ± 6,76	8,71 ± 5,11	7,48 ± 5,10
prae. ohne Sten./dgR	12	29,48 ± 4,09	10,47 ± 6,75	8,97 ± 5,51	6,89 ± 4,14
prae. mit Sten./dgR	7	26,8 ± 8,78	15,22 ± 6,09	8,26 ± 4,41	9,02 ± 6,76
submuköse Pyloropl.	8	28,84 ± 4,22	9,14 ± 5,59	7,99 ± 4,86	8,94 ± 3,70
offene Pyloropl.	8	27,75 ± 8,48	16,41 ± 6,56	9,50 ± 6,13	7,70 ± 6,54
Pylorotomie	2	31,02 ± 5,34	12,16 ± 2,58	10,69 ± 1,85	4,78 ± 0,98

	n	40 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80 min.
gesamt postop.	19	6,73 ± 4,23	7,01 ± 5,15	6,84 ± 3,30	4,00 ± 2,24
prae. ohne Sten./dgR	12	5,44 ± 4,48	7,69 ± 5,34	7,56 ± 3,93	3,95 ± 2,64
prae. mit Sten./dgR	7	8,93 ± 2,80	5,85 ± 4,98	5,62 ± 1,91	4,07 ± 1,50
submuköse Pyloropl.	8	6,74 ± 4,84	8,15 ± 5,02	7,64 ± 4,80	4,66 ± 3,06
offene Pyloropl.	8	6,36 ± 2,82	4,04 ± 3,70	6,13 ± 2,16	3,58 ± 1,61
Pylorotomie	2	11,89 ± 2,14	9,69 ± 4,80	5,65 ± 0,25	4,48 ± 0,46

Tabelle 25 : Postoperative Entleerungsraten ± Standardabweichung

Name	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80 min.
A. B.	15,20	22,12	6,06	21,96	8,20	5,69	4,73	3,88
A. H.	24,47	2,23	8,63	7,25	-1,35	18,15	16,93	2,27
A. W.	21,84	4,43	10,14	12,02	5,59	11,70	9,39	10,83
R. S.	26,20	18,75	-2,83	9,27	14,08	7,41	4,64	3,42
W. S.	40,02	9,25	10,93	1,54	6,14	4,01	1,88	0,94
J. S.	29,94	8,15	20,73	3,10	1,30	5,10	8,52	2,00
B. K.	30,64	10,58	8,75	11,06	5,46	7,02	3,39	0,83
D. G.	34,79	10,33	11,89	5,47	10,37	6,29	5,82	4,80
G. J.	27,24	13,98	9,38	4,08	13,40	13,08	5,47	4,15
E. M.	30,53	4,17	14,11	3,73	11,53	1,30	12,20	2,72
C. A.	30,18	18,33	12,25	4,16	5,84	4,67	4,92	4,61
A. K.	26,53	3,35	4,23	-0,55	0,27	16,36	8,53	4,91
E. M.	36,33	22,73	6,59	4,49	4,97	0,98	7,60	2,42
L. S.	30,60	13,67	8,76	5,14	8,26	8,40	4,83	2,71
J. T.	32,25	7,55	6,64	11,81	6,83	4,58	4,43	6,43
F. G.	34,21	11,71	9,68	11,20	2,52	6,60	5,28	4,23
W. B.	21,06	21,34	-0,44	11,49	6,22	8,55	6,84	4,99
H. K.	29,52	8,59	7,93	7,41	6,94	6,68	7,12	5,57
A. S.	19,78	20,93	11,98	7,46	11,27	-3,36	7,46	4,16

Tabelle 26 : Einzelwerte der Entleerungsraten jedes Patienten : postoperativ



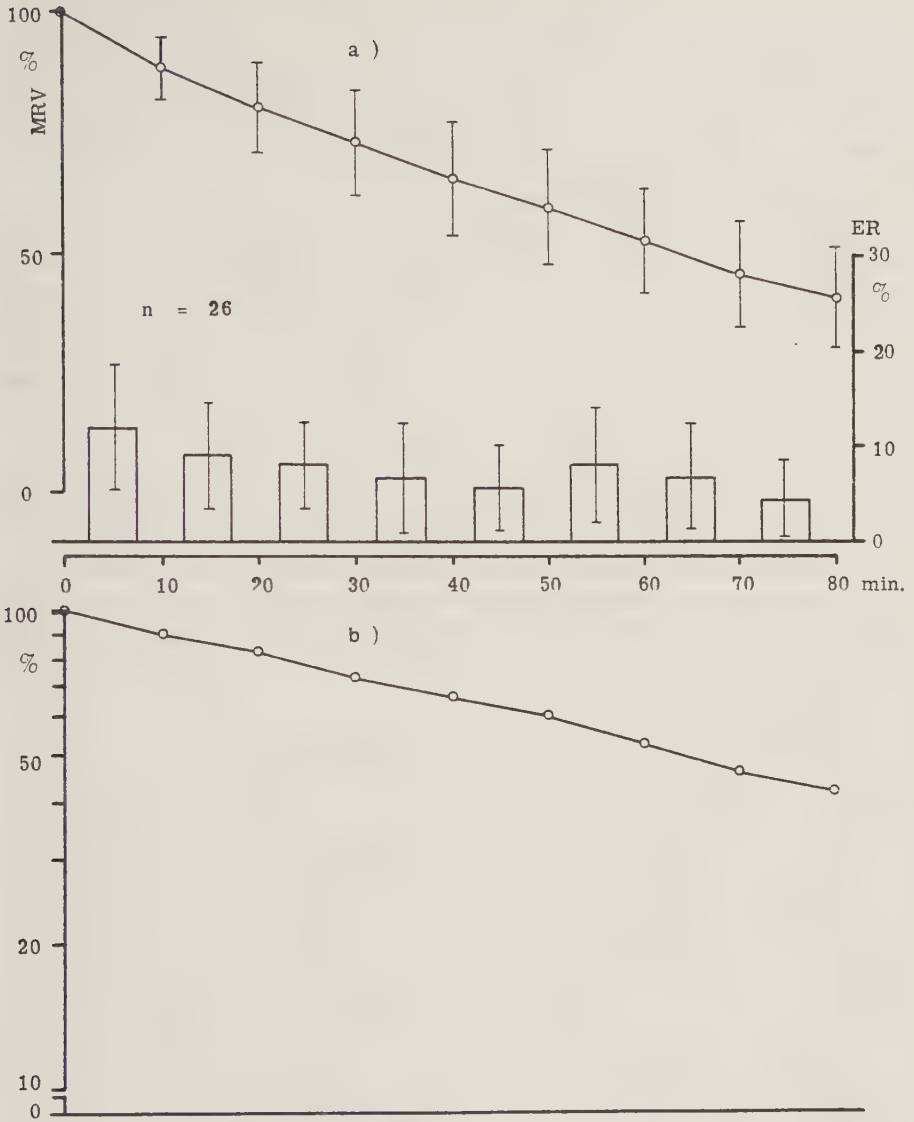


Abb. 8 a : Gesamte praeoperative Magenentleerung. Meßergebnisse (MRV = Magenrestvolumen) und Entleerungsraten (ER) in linearer (a) und halblogarithmischer (b) Darstellung $\pm$ Standardabw. (SA)

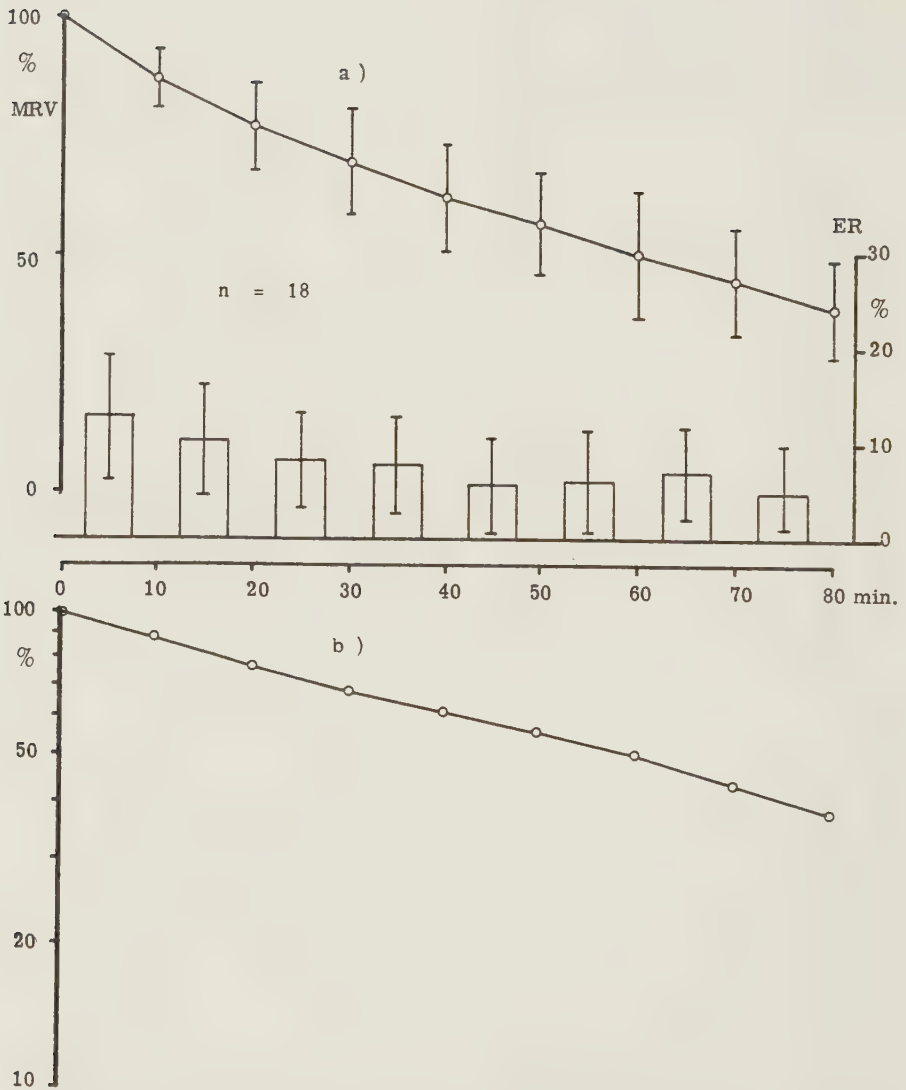


Abb. 8 b : Magenentleerung bei Patienten ohne prä- bzw. intraoperativer Stenose oder duodeno - gastralen Reflux. Meßergebnisse (MRV = Magenrestvolumen) und Entleerungsraten (ER) in linearer (a) und halblogarithmischer (b) Darstellung $\pm$ SA.

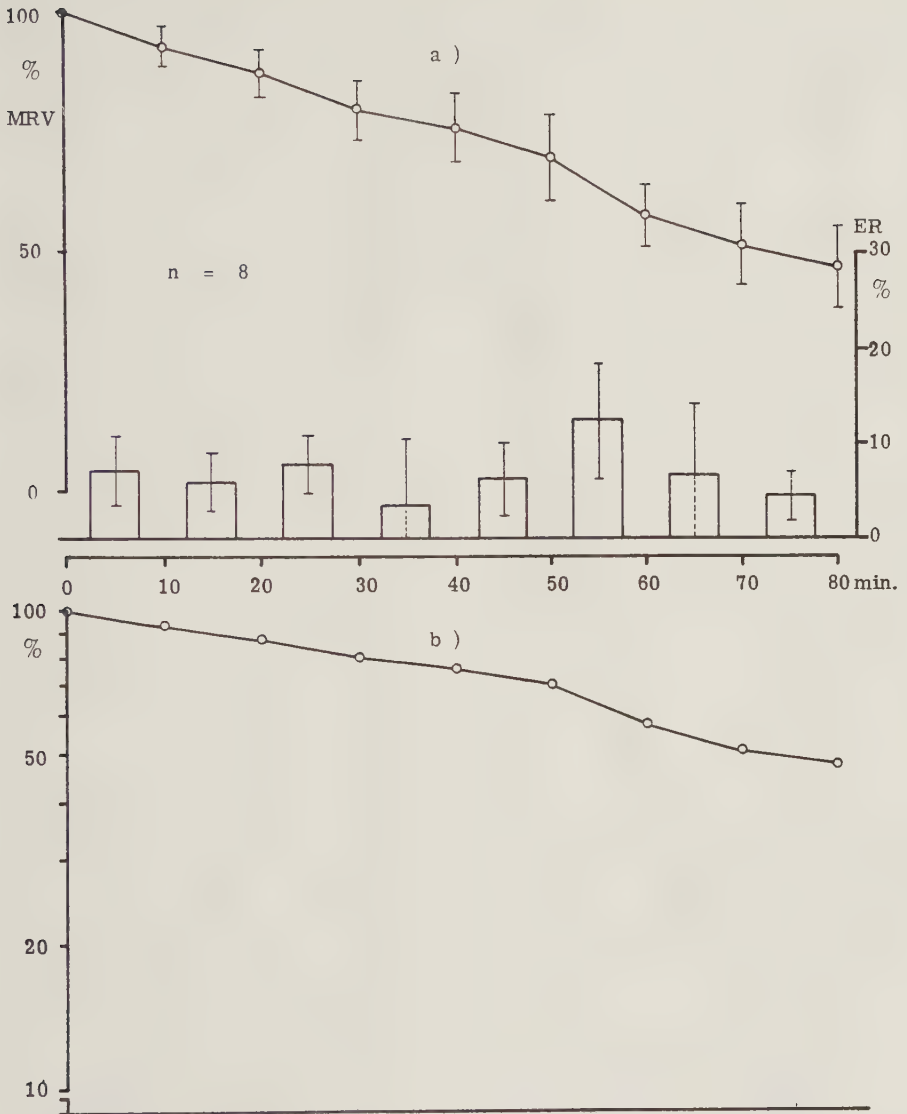


Abb. 8 c : Magenentleerung bei Patienten mit prae- bzw. intraoperativer Stenose oder duodeno - gastralem Reflux. Meßergebnisse (MRV = Magenrestvolumen) und Entleerungsraten (ER) in linearer (a) und halb-logarithmischer (b) Darstellung $\pm$ SA.

Abb. 9 : Magenentleerung postoperativ

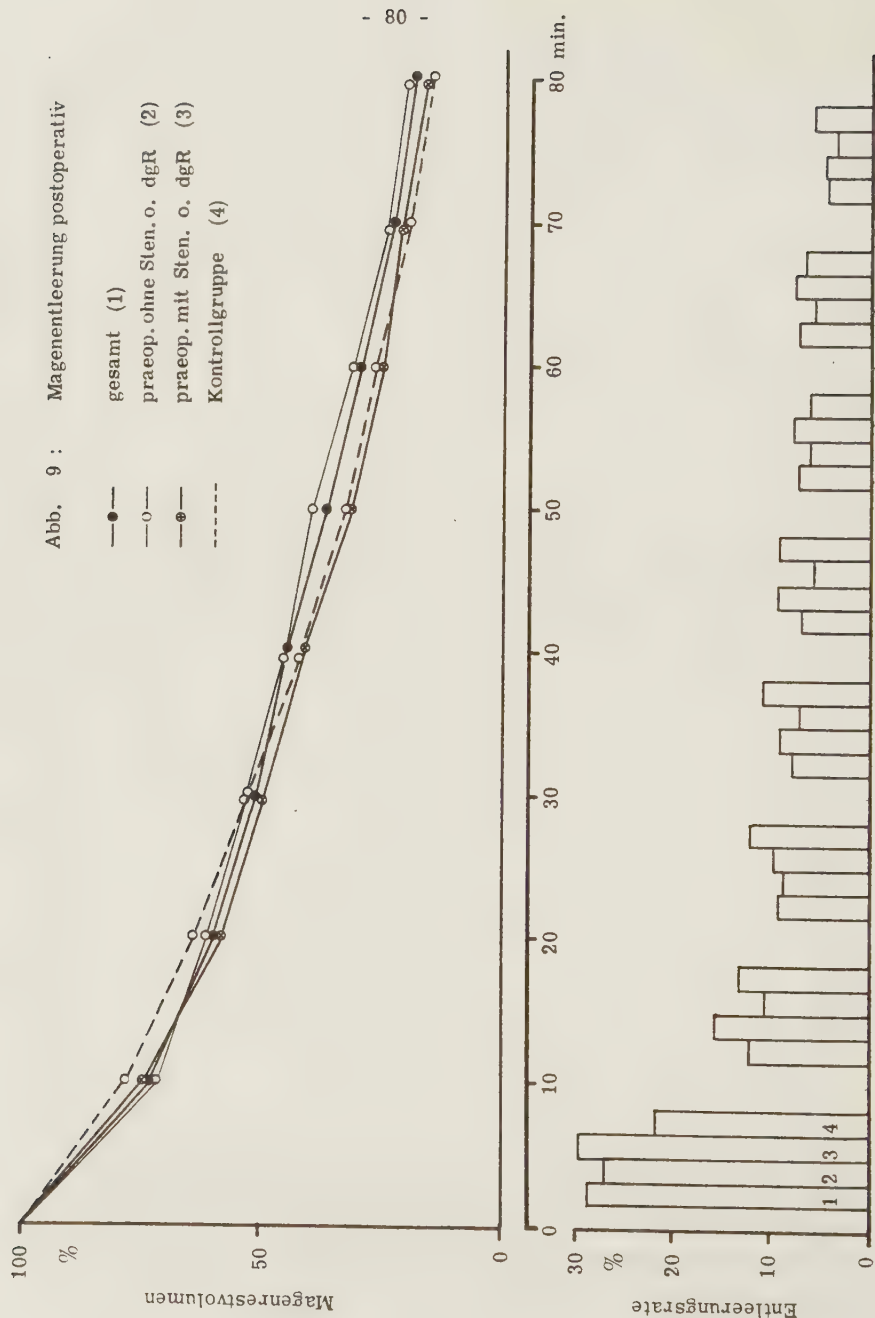
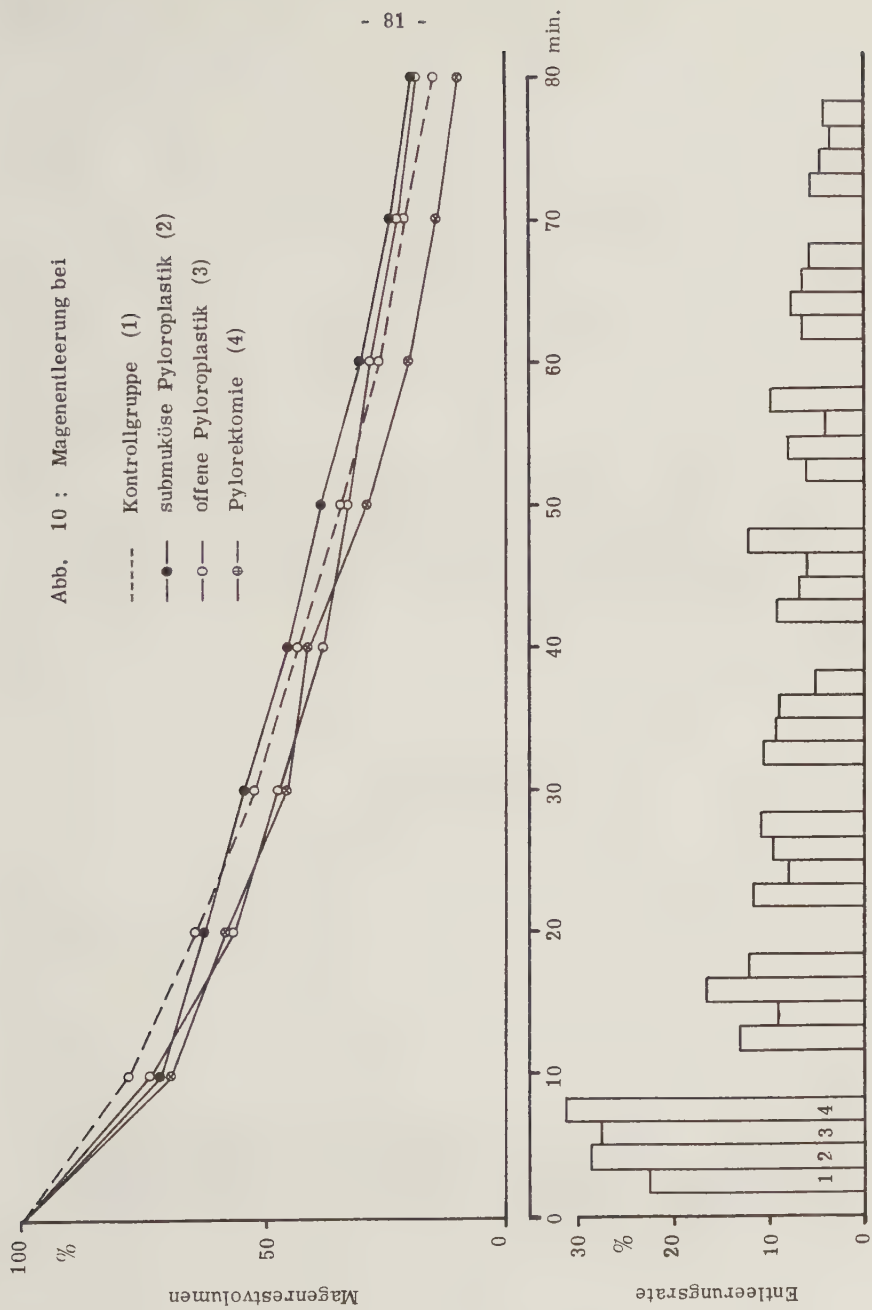


Abb. 10 : Magenentleerung bei

- Kontrollgruppe (1)
- submuköse Pyloroplastik (2)
- offene Pyloroplastik (3)
- ⊖— Pylorotomie (4)



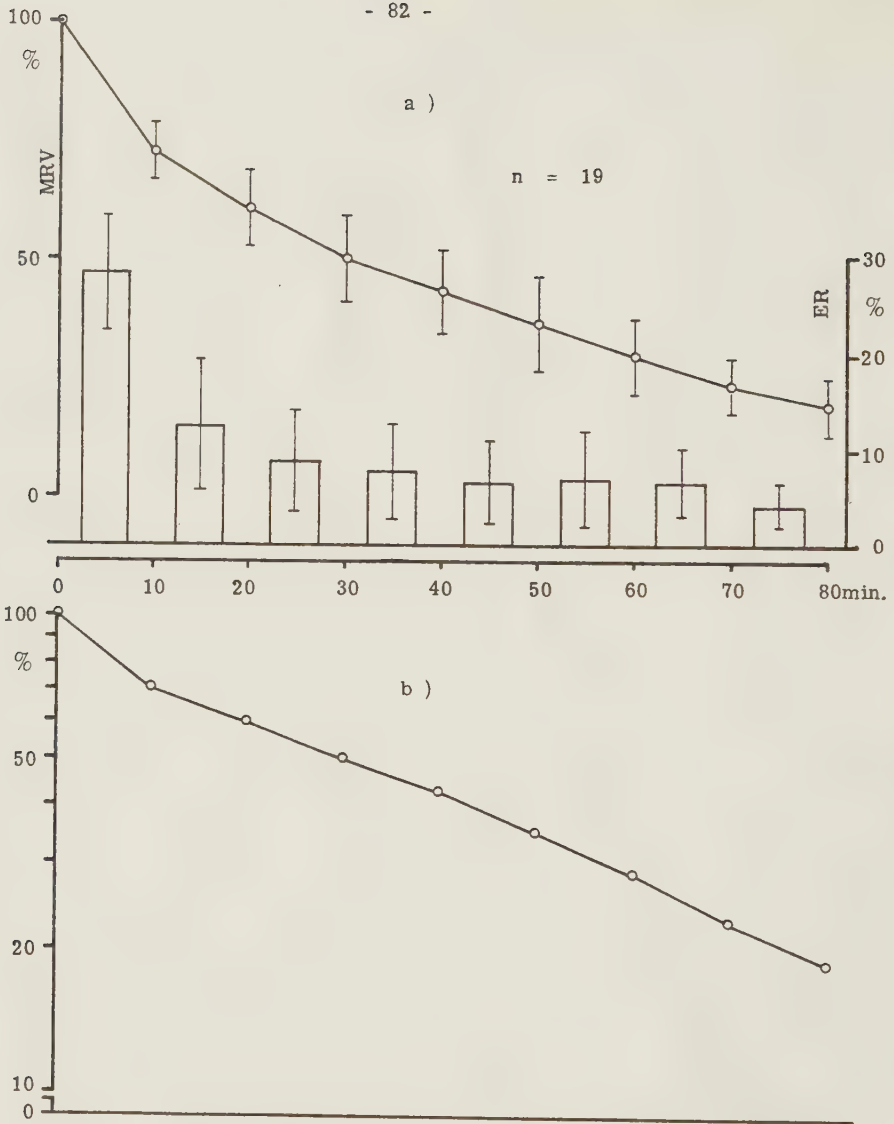


Abb. 11 a : Gesamte postoperative Magenentleerung. Meßergebnisse (MRV = Magenrestvolumen) und Entleerungsraten (ER) in linearer (a) und halblogarithmischer (b) Darstellung $\pm$ SA.

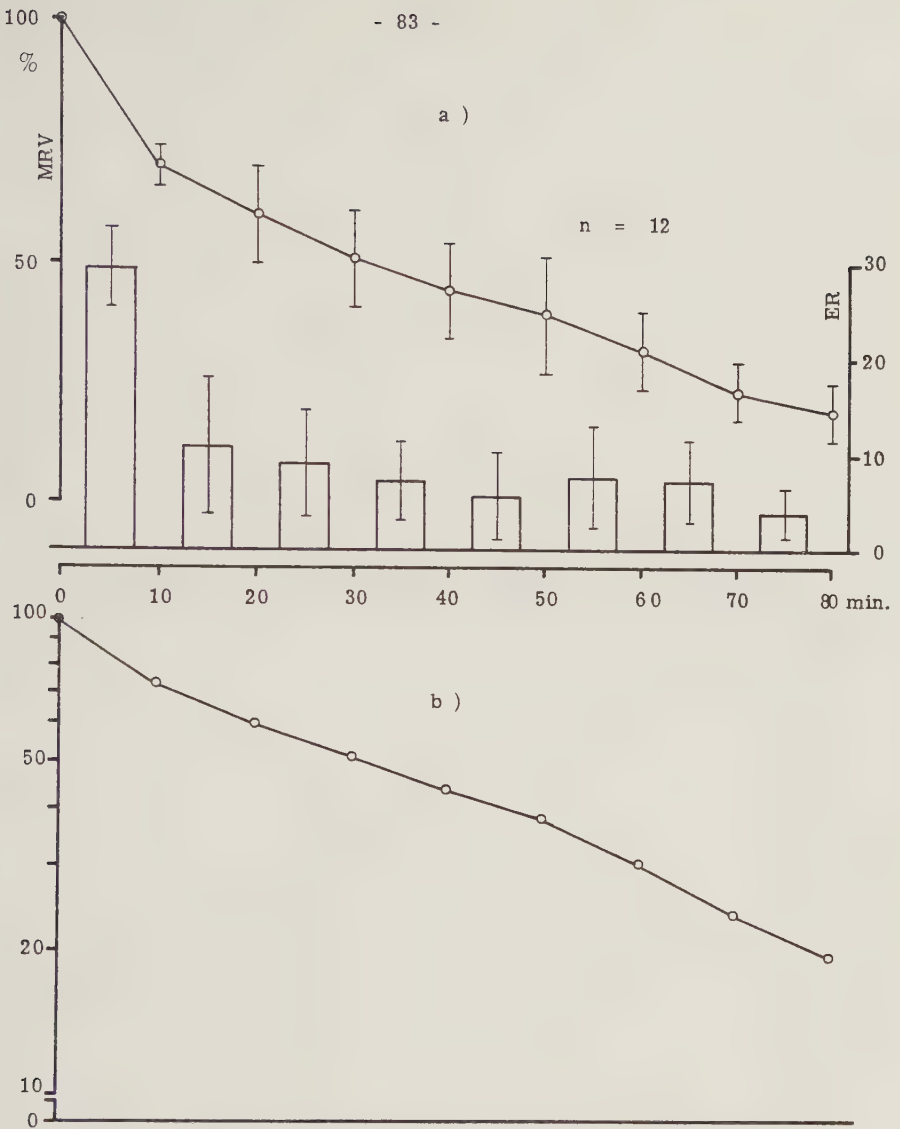


Abb 11 b : Magenentleerung bei Patienten ohne prae - bzw. intraoperativer Stenose oder duodeno - gastralen Reflux: Postoperativ. Meßergebnisse (MRV) und Entleerungsraten (ER) in linearer (a) und halblogarithmischer (b) Darstellung $\pm$ SA.

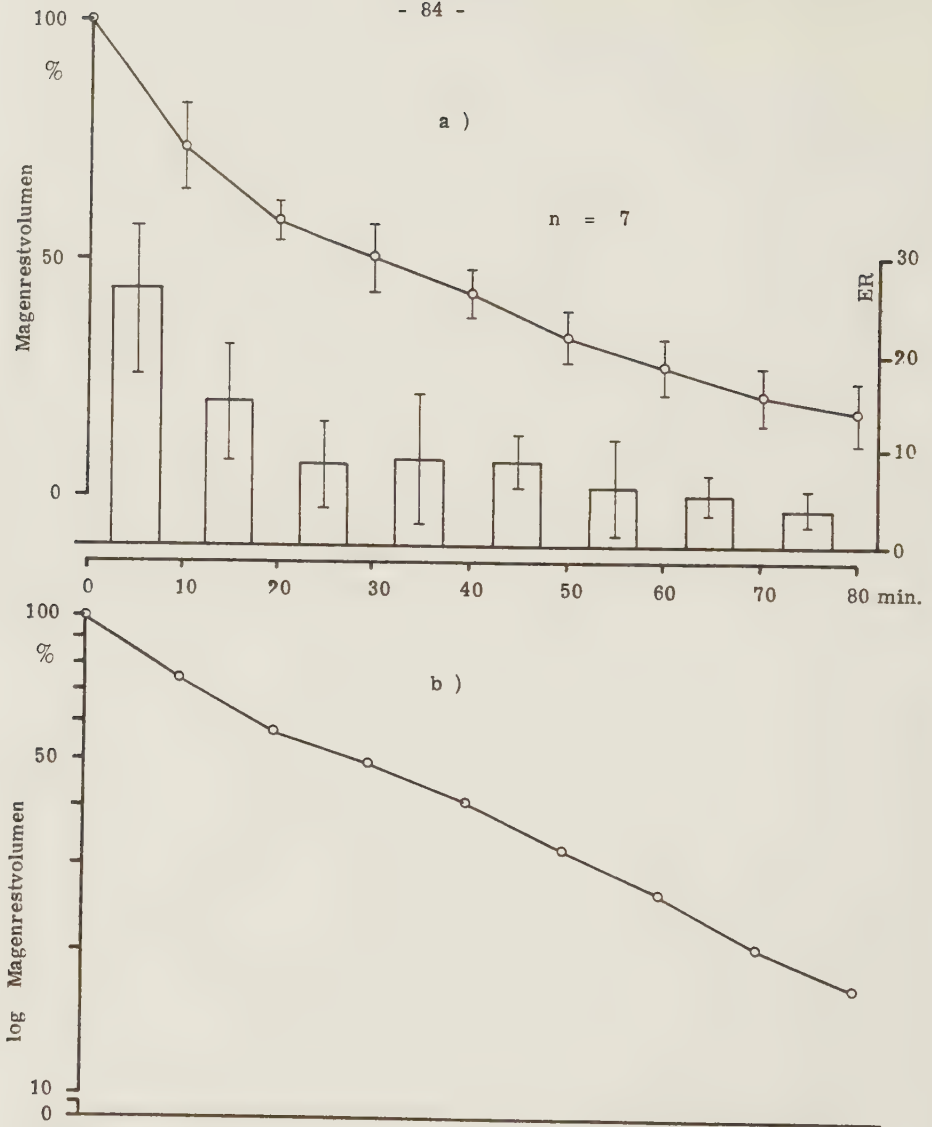


Abb. 11 c : Magenentleerung bei Patienten mit prae- bzw. intraoperativer Stenose oder duodeno - gastralem Reflux : postoperativ. Meßergebnisse (MRV) und Entleerungsraten (ER) in linearer (a) und halblogarithmischer (b) Darstellung $\pm$ SA.

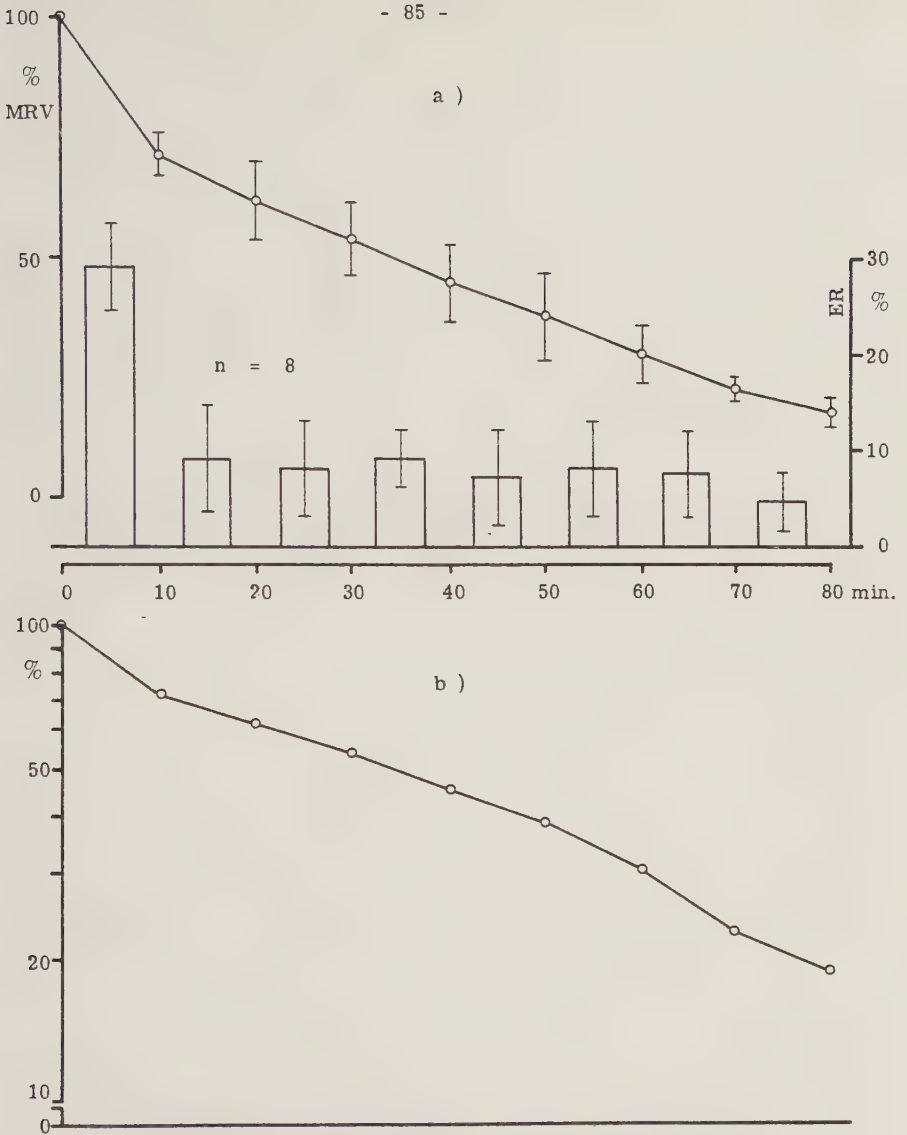


Abb. 11 d : Magenentleerung bei Patienten mit submuköser Pyloroplastik. Meßergebnisse und Entleerungsraten (ER) in linearer (a) und halblogarithmischer (b) Darstellung. n = 8 . MRV = Magenrestvol. $\pm$ SA.

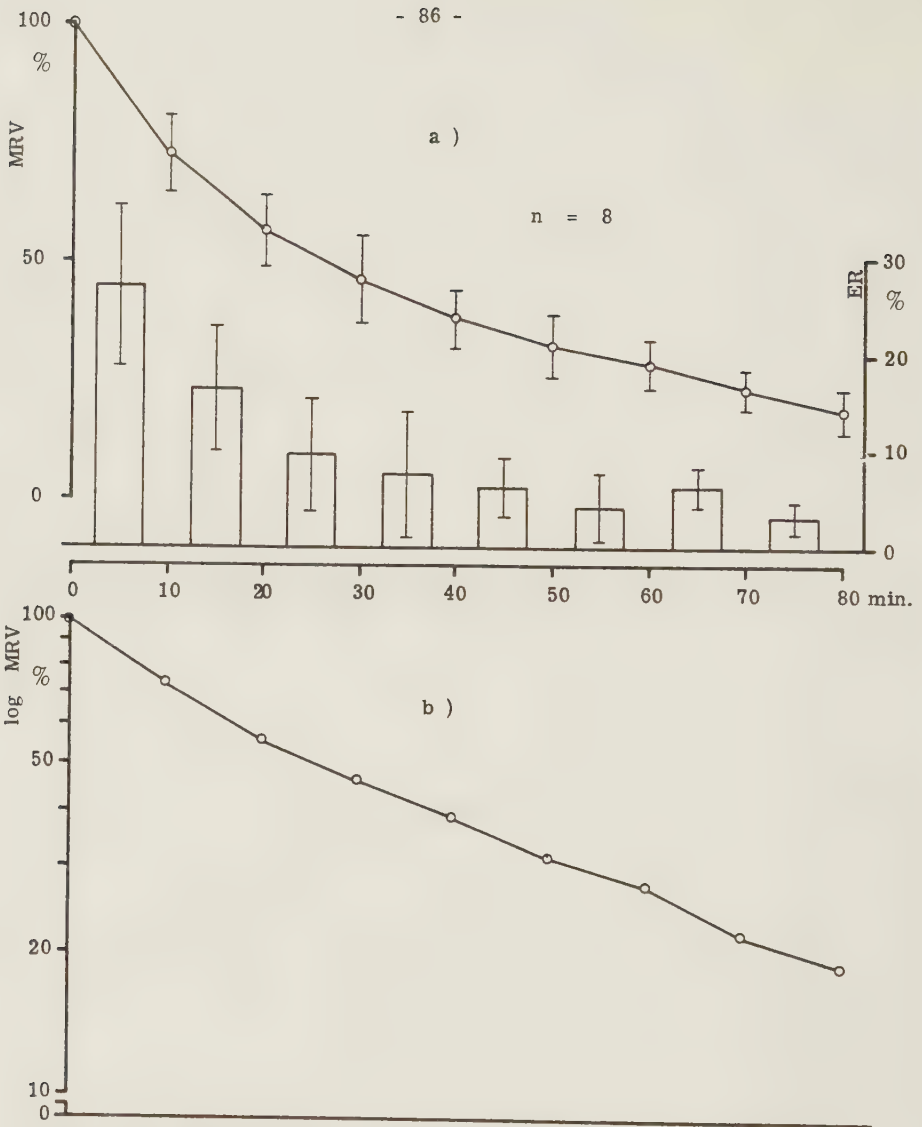


Abb. 11 e : Magenentleerung bei Patienten mit offener Pyloroplastik.
 Meßergebnisse (MRV) und Entleerungsraten (ER) in linearer (a) und
 halblogarithmischer (b) Darstellung $\pm$ SA.

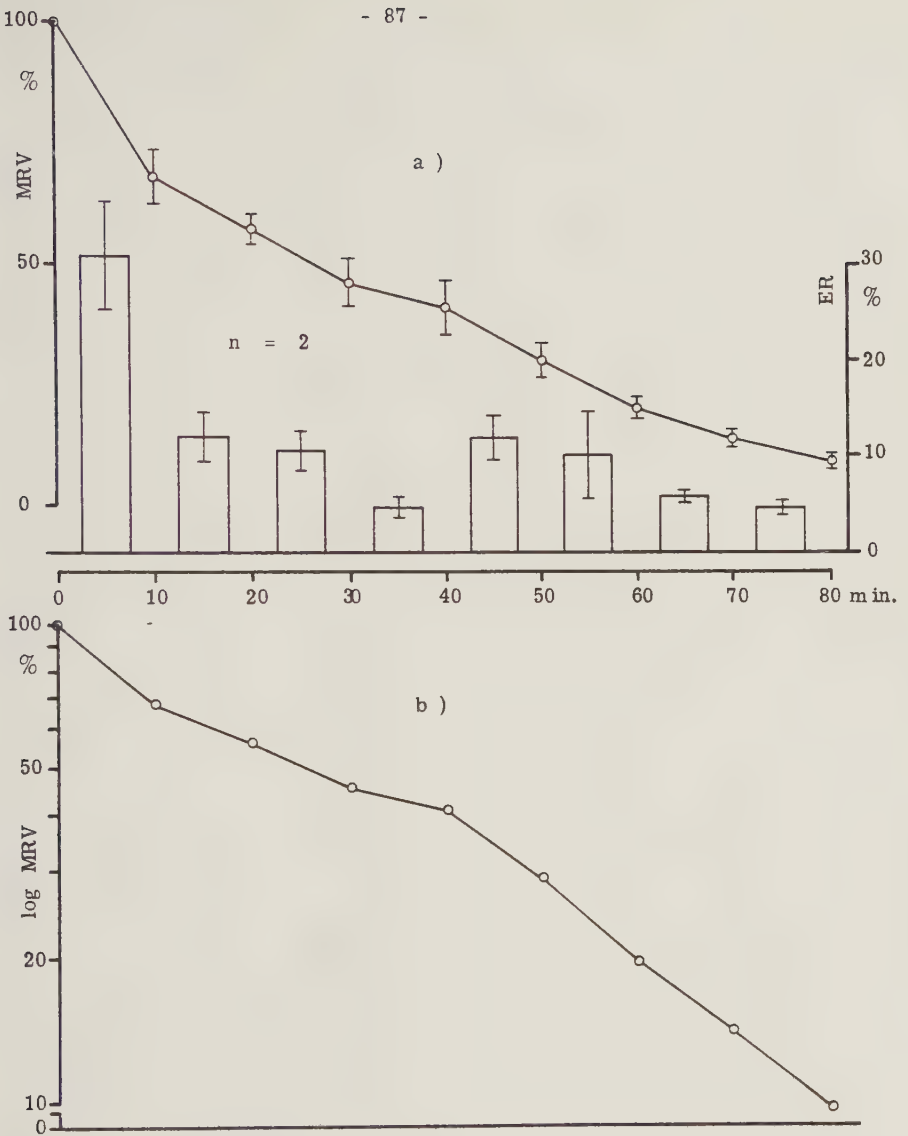
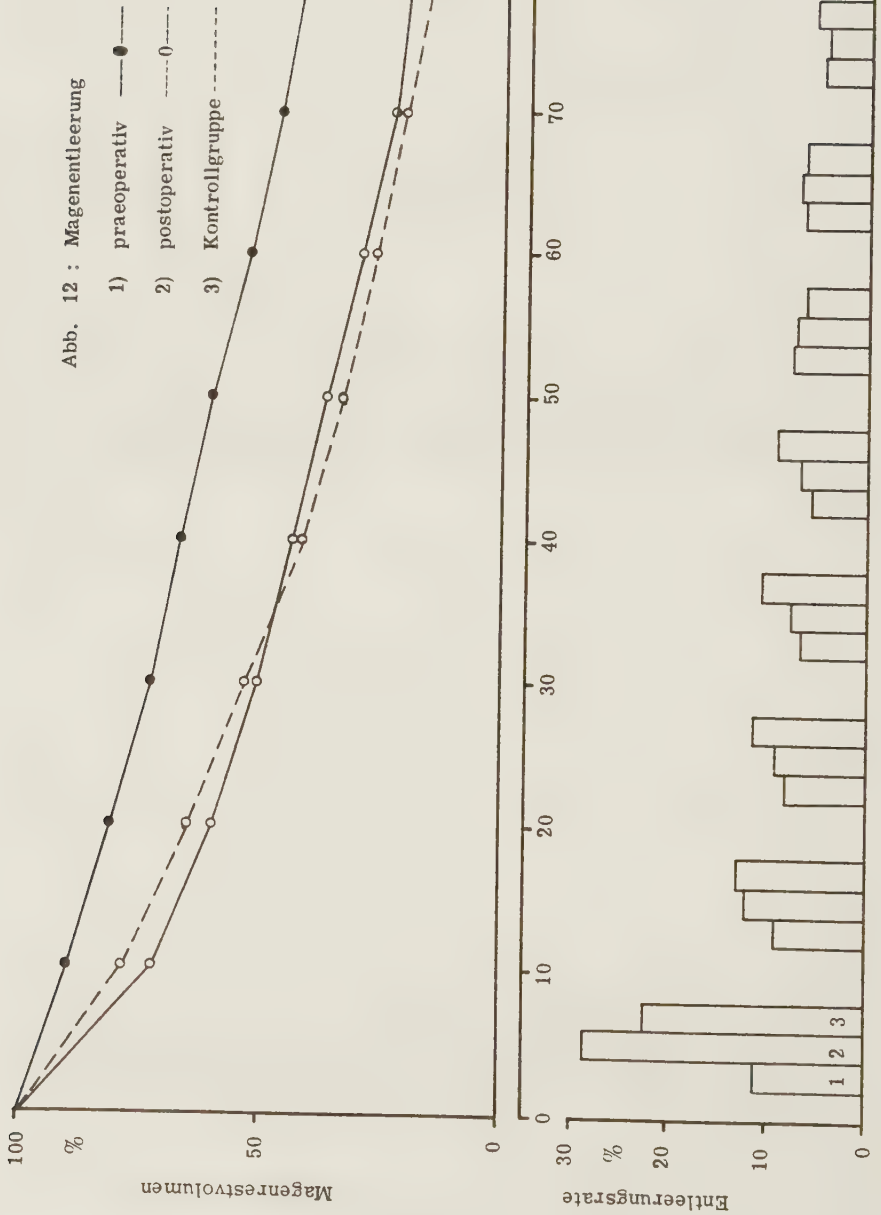


Abb. 11 f : Magenentleerung bei Patienten mit Pylorektomie. Meßergebnisse (MRV) und Entleerungsraten (ER) in linearer (a) und halblogarithmischer (b) Darstellung $\pm$ SA.

Abb. 12 : Magenentleerung



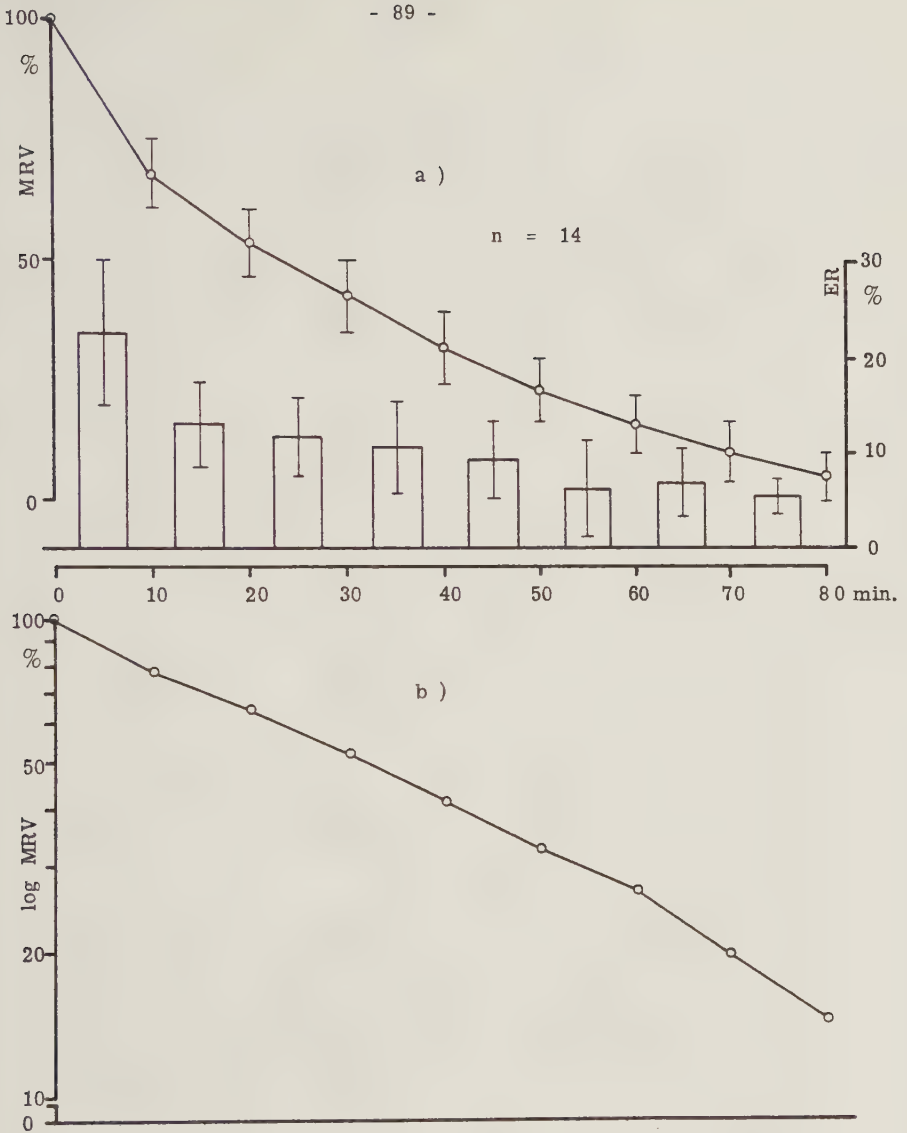


Abb. 13 : Magenentleerung bei gesunden Kontrollpersonen. Meßergebnisse (MRV) und Entleerungsraten (ER) in linearer (a) und halblogarithmischer(b) Darstellung $\pm$ SA.

	10	20	30	40	min.
$\bar{x}_1$ + SA	89,22 ±	80,44 ± 9,10	72,51 ± 11,00	65,97 ± 11,97	
x_2 - SA	77,33 ± 7,17	64,14 ± 7,22	52,48 ± 7,56	41,86 ± 7,68	
t	5,4254	5,7834	6,0711	6,7971	
Signifikant mit	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	
	50	60	70	80	min.
$\bar{x}_1$ + SA	60,33 ± 12,02	52,59 ± 11,46	45,89 ± 10,67	41,26 ± 10,42	
$\bar{x}_2$ - SA	32,57 ± 6,61	26,49 ± 6,55	19,93 ± 5,38	14,56 ± 5,47	
t	7,9809	7,8293	8,5037	8,9112	
Signifikant mit	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	

Tabelle 27 a : Vergleich von $\bar{x}_{t/1}$ praeoperativ (n = 26) zu $\bar{x}_{t/2}$ der Kontrollgruppe. (n = 14)
Unverbundener t - Test.

		0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.	
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA	10,78	+	6,30	8,78	+	5,40	7,92	+	4,44	6,55	+	5,70
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA	22,68	+	7,17	13,19	+	4,29	11,62	+	4,14	10,66	+	4,72
t			-5,4303			-2,6355			-2,5719			-2,3024		
Signifikant mit			0,001	>	p	0,02	>	p	0,01	0,02	>	p	>	0,025
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA	5,64	+	4,54	7,74	+	5,95	6,70	+	5,66	4,63	+	4,06
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA	9,29	+	3,70	6,08	+	5,16	6,56	+	3,44	5,37	+	1,85
t			-2,5758			0,8797			0,0843			-0,6440		
Signifikant mit			0,02	>	p	0,40	>	p	0,30	0,95	>	p	>	0,50

Tabelle 27 b : Vergleich der Entleerungsraten praeeoperativ ($\bar{x}_{t/1}$, n = 26) zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14). Unverbundener t - Test.

	10	20	30	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$	93,12	87,43	79,95	76,27	6,81
$\bar{x}_{t/2}$	77,32	64,14	52,48	41,86	7,68
t	5,7997	8,0678	8,6267	10,5100	
Signifikant mit	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	
	50	60	70	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$	70,24	57,95	51,55	47,18	8,54
$\bar{x}_{t/2}$	32,57	26,49	19,93	14,56	5,47
t	11,3329	10,8256	10,6782	10,9748	
Signifikant mit	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	

Tabelle 28 a : Praeoperativer Vergleich von Patienten mit prae - bzw. intraoperativer Stenose oder duodeno - gastralem Reflux ($\bar{x}_{t/1}$, n = 8) zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14).
Unverbundener t - Test.

	0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.
$\bar{x}_{t/1}$	6,81	+	3,59	5,76	+	3,13	7,78	+	2,88	3,68	+	6,96
$\bar{x}_{t/2}$	22,68	+	7,17	13,19	+	4,29	11,67	+	4,14	10,66	+	4,72
t	-5,8144			-4,2731			-2,4926			-2,8089		
Signifikant mit	0,001	>	p	0,001	>	p	0,025	>	p	0,02	>	p > 0,01

33

	40	-	50	50	-	60	60	-	70	70	-	80 min.
$\bar{x}_{t/1}$	6,03	+	3,72	12,29	+	6,03	6,41	+	7,47	4,37	+	2,66
$\bar{x}_{t/2}$	9,29	+	3,70	6,08	+	5,16	6,56	+	3,44	5,37	+	1,85
t	-1,9842			2,5586			-0,0649			-1,0406		
Signifikant mit	0,10	>	p	0,02	>	p	0,02	>	p	0,40	>	p > 0,30

Tabelle 28b: Praeoperativer Vergleich der Entleerungsraten von Patienten mit prae - bzw. intra operativer

Stenose oder duodeno - gastralem Reflux ($\bar{x}_{t/1}$, n = 8) zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14).

Unverbundener t - Test.

	10	20	30	40	min.	
$\bar{x}_{t/1}$	87,46 +	6,51	77,33 +	8,85	69,21 + 11,10	61,38 + 10,93
$\bar{x}_{t/2}$	77,32 +	7,17	64,14 +	7,22	52,48 + 7,56	41,86 + 7,68
t	4,1765	4,5216	4,8277		5,6746	
Signifikant mit	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p		0,001 > p	

	50	60	70	80	min.	
$\bar{x}_{t/1}$	55,92 +	10,63	50,21 +	12,79	43,38 + 10,74	38,65 + 10,32
$\bar{x}_{t/2}$	32,57 +	6,61	26,49 +	6,55	19,93 + 5,38	14,56 + 5,47
t	7,1936	6,4358	7,4548		7,8958	
Signifikant mit	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p		0,001 > p	

Tabelle 29 a : Praeoperativer Vergleich der Meßergebnisse von Patienten ohne prae- bzw. intraoperative Stenose oder duodeno - gastralem Reflux ($\bar{x}_{t/1}$, n = 18) zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14).

Unverbundener t - Test.

		0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.												
$\bar{x}_{t/1}$	$\pm$	SA		12,54	$\pm$	6,51		10,13	$\pm$	5,71		8,12	$\pm$	5,04		7,83	$\pm$	4,72							
$\bar{x}_{t/2}$	$\pm$	SA		22,68	$\pm$	7,17		13,19	$\pm$	4,29		11,62	$\pm$	4,14		10,66	$\pm$	4,72							
t				-4,1765				-1,6697				-2,1026				-1,6826									
Signifikant mit				0,001	>	p		0,20	>	p	>	0,10		0,05	>	p	>	0,025		0,20	>	p	>	0,10	
				40	-	50		50	-	60		60	-	70		70	-	80 min.							
$\bar{x}_{t/1}$	$\pm$	SA		5,45	$\pm$	4,97		5,71	$\pm$	4,79		6,83	$\pm$	4,85		4,73	$\pm$	4,61							
$\bar{x}_{t/2}$	$\pm$	SA		9,29	$\pm$	3,70		6,08	$\pm$	5,16		6,56	$\pm$	3,44		5,37	$\pm$	1,85							
t				-2,4138				-0,2096				0,1764				-0,4883									
Signifikant mit				0,025	>	p	>	0,02		0,90	>	p	>	0,80		0,70	>	p	>	0,60					

Tabelle 29 b : Praeoperativer Vergleich der Entleerungsraten von Patienten ohne prae - bzw. intraoperativer Stenose oder duodeno - gastralem Reflux ($\bar{x}_{t/1}$, n = 18) zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14).
Unverbundener t - Test.

	10	20	30	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$ ±	89,27 + 5,81	81,03 ±	72,48 + 10,58	66,87 ±	12,44
$\bar{x}_{t/2}$ ±	71,51 ± 6,14	59,29 ± 7,94	50,58 ± 9,09	43,10 ±	8,88
t	14,6336	10,8970	8,6059	7,3722	
Signifikant mit	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	
	50	60	70	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$ ±	61,54 ± 11,49	52,34 ± 10,21	45,65 + 9,63	41,30 ±	10,44
$\bar{x}_{t/2}$ ±	36,37 ± 10,62	29,36 ± 7,45	22,52 ± 6,03	18,52 ±	6,11
t	6,8844	7,6088	8,8257	8,6142	
Signifikant mit	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	

Tabelle 30 a : Vergleich von $\bar{x}_{t/1}$ praeeoperativ zu $\bar{x}_{t/2}$ postoperativ. Verbundener t - Test (n = 19)

		0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40	min.								
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA	10,73	+	5,81	8,24	+	5,32	8,54	+	4,72	5,61	+	5,61								
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA	28,49	+	6,14	12,22	+	6,76	8,71	+	5,10	7,48	+	5,10								
t			-14,6336			-2,6131			-0,1241			-1,0875										
Signifikant mit			0,001	>	p	0,02	>	p	>	0,01	0,95	>	p	>	0,90	0,30	>	p	>	0,70		
			40	-	50	50	-	60	60	-	70	70	-	80	min.							
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA	5,33	+	4,60	9,20	+	5,59	6,70	+	6,00	4,34	+	2,96								
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA	6,73	+	4,23	7,01	+	5,15	6,84	+	3,40	4,00	+	2,24								
t			-0,9170			1,3596			-0,0915			0,4206										
Signifikant mit			0,40	>	p	>	0,30	0,20	>	p	>	0,10	0,95	>	p	>	0,90	0,70	>	p	>	0,60

Tabelle 30 b : Vergleich der Entleerungsraten gesamt praeeoperativ zu gesamt postoperativ.
 Verbundener t - Test. ($\bar{x}_{t/1}$ = praeeop., $\bar{x}_{t/2}$ = postop., n = 19).

	10	20	30	40 min.
$\bar{x}_{t/1}$	87,06 ± 5,71	77,68 ± 8,90	68,77 ± 11,04	61,73 ± 12,14
$\bar{x}_{t/2}$	70,52 ± 4,09	60,05 ± 9,60	51,08 ± 10,42	44,19 ± 10,62
t	14,1732	8,3906	5,7870	4,9477
Signifikant mit	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p

	50	60	70	80 min.
$\bar{x}_{t/1}$	56,72 ± 9,89	49,73 ± 11,38	42,84 ± 9,35	38,49 ± 10,68
$\bar{x}_{t/2}$	38,75 ± 12,25	31,06 ± 7,86	23,50 ± 6,22	19,55 ± 6,09
t	4,7546	5,1122	6,7275	6,6577
Signifikant mit	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p

Tabelle 31 a : Vergleich der Meßergebnisse von Patienten ohne prae - bzw. intraoperative Stenose oder duodeno - gastralem Reflux : Praeoperativ - postoperativ. Verbundener t - Test.
 ($\bar{x}_{t/1}$ = praeop. , $\bar{x}_{t/2}$ = postop. , n = 12).

	0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$	12,94	±	5,71	9,46	±	6,05	8,83	±	5,71	7,04	±	4,01	
$\bar{x}_{t/2}$	29,48	±	4,09	10,47	±	6,75	8,97	±	5,64	6,89	±	4,14	
t	-14,1732			-0,6372			-0,0851			0,1192			
Signifikant mit	0,001	>	p	0,60	>	p > 0,50	0,95	>	p > 0,90	0,95	>	p > 0,90	
	40	-	50	50	-	60	60	-	70	70	-	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$	5,01	±	5,06	6,99	±	4,00	6,89	±	4,82	4,36	±	3,13	
$\bar{x}_{t/2}$	5,44	±	4,48	7,69	±	5,34	7,56	±	3,93	3,95	±	2,64	
t	-0,2092			-0,4991			-0,4277			0,3385			
Signifikant mit	0,90	>	p > 0,80	0,70	>	p > 0,60	0,70	>	p > 0,60	0,80	>	p > 0,70	

Tabelle 31 b : Vergleich der Entleerungsraten von Patienten ohne prae- bzw. intraoperative Stenose oder duodeno - gastralem Reflux: Praeoperativ - postoperativ. Verbundener t - Test.
 ($\bar{x}_{t/1}$ = praeop. , $\bar{x}_{t/2}$ = postop. n = 12)

	10	20	30	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$	93,06 ±	3,85	78,85 ±	6,09	75,68 ±
$\bar{x}_{t/2}$	73,20 ±	8,78	49,72 ±	6,90	41,23 ±
t	7,7560	13,7034	9,3994		8,8786
Signifikant mit	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p		0,001 > p

	50	60	70	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$	69,80 ±	9,54	50,45 ±	8,65	46,13 ±
$\bar{x}_{t/2}$	32,30 ±	5,68	20,83 ±	5,74	16,76 ±
t	7,6904	7,1680	6,8293		6,5559
Signifikant mit	0,001 > p	0,001 > p	0,001 > p		0,001 > p

Tabelle 32 a : Vergleich der Meßergebnisse von Patienten mit prae - bzw. intraoperativer Stenose oder duodeno - gastralem Reflux : Praeoperativ - postoperativ. Verbundener t - Test.
 $(\bar{x}_{t/1} = \text{praeop.}, \bar{x}_{t/2} = \text{postop.}, n = 7)$.

	0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$	6,94	+	3,85	6,16	+	3,15	8,05	+	2,58	3,17	+	7,35	
$\bar{x}_{t/2}$	26,80	+	8,78	15,22	+	6,09	8,25	+	4,40	8,49	+	6,70	
t	-7,7560			-4,4483			-0,0869			-1,3809			
Signifikant mit	0,001	>	p	0,005	>	p	0,001	0,95	>	p	>	0,90	0,30 > p > 0,20
	40	-	50	50	-	60	60	-	70	70	-	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$	5,88	+	3,99	12,98	+	6,16	6,37	+	8,07	4,32	+	2,88	
$\bar{x}_{t/2}$	8,93	+	2,80	5,85	+	4,98	5,62	+	1,91	4,07	+	1,50	
t	-1,4129			2,4539			0,2164			0,2403			
Signifikant mit	0,30	>	p	0,20	0,05	>	p	0,025	0,90	>	p	>	0,80

Tabelle 32 b : Vergleich der Entleerungsraten von Patienten mit prae - bzw. intraoperativer Stenose oder duodeno - gastralem Reflux : Praeoperativ - postoperativ. Verbundener t - Test.
 ($\bar{x}_{t/1}$ = praeop., $\bar{x}_{t/2}$ = postop., n = 7)

	10	20	30	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$	77,33 ±	7,17			
$\bar{x}_{t/2}$	71,51 ±	6,14	52,48 ±	41,86 ±	7,68
t	2,5053	1,7991	50,58 ±	43,10 ±	8,88
			0,6362		-0,4196
Signifikant mit	0,02 > p > 0,01	0,10 > p > 0,05	0,60 > p > 0,50	0,70 > p > 0,60	
	50	60	70	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$	32,57 ±	6,61	19,93 ±	14,56 ±	5,47
$\bar{x}_{t/2}$	36,37 ±	10,62	22,52 ±	18,52 ±	6,11
t	-1,1778	-1,1482	-1,2735	-1,9235	
Signifikant mit	0,30 > p > 0,20	0,30 > p > 0,20	0,30 > p > 0,20	0,10 > p > 0,05	

Tabelle 33 a: Vergleich der Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/1}$, n = 14) mit den postoperativen ($\bar{x}_{t/2}$, n = 19) Ergebnissen. Unverbundener t - Test.

		0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.					
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA		28,49	+	6,14		12,22	+	6,76		8,71	+	5,11		7,48	+	5,10
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA		22,68	+	7,17		13,19	+	4,29		11,62	+	4,14		10,66	+	4,72
t				2,5025				-0,4706				-1,7476				-1,8261		
Signifikant mit				0,02 > p	> 0,01		0,70 > p	> 0,60		0,10 > p	> 0,05		0,10 > p	> 0,05		0,10 > p	> 0,05	
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA		6,73	+	4,23		7,01	+	5,15		6,84	+	3,40		4,00	+	2,24
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA		9,29	+	3,70		6,08	+	5,16		6,56	+	3,44		5,37	+	1,85
t				-1,8097				0,5123				0,2327				-1,8652		
Signifikant mit				0,10 > p	> 0,05		0,70 > p	> 0,60		0,90 > p	> 0,80		0,10 > p	> 0,05				

Tabelle 33 b: Vergleich der Entleerungsraten postoperativ ($\bar{x}_{t/1}$, n = 19) zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14). Unverbundener t - Test.

	10	20	30	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$	$\pm$	73,20 $\pm$ 8,78	57,98 $\pm$ 4,12	49,72 $\pm$ 6,90	41,23 $\pm$ 4,86
$\bar{x}_{t/2}$	$\pm$	77,32 $\pm$ 7,17	64,14 $\pm$ 7,22	52,48 $\pm$ 7,56	41,86 $\pm$ 7,68
t		-1,1556	-2,0753	-0,8103	-0,1958
Signifikant mit		0,30 > p > 0,20	0,10 > p > 0,05	0,50 > p > 0,40	0,90 > p > 0,80

	50	60	70	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$	$\pm$	32,30 $\pm$ 5,68	26,45 $\pm$ 6,14	20,83 $\pm$ 5,74	16,76 $\pm$ 6,19
$\bar{x}_{t/2}$	$\pm$	32,57 $\pm$ 6,61	26,49 $\pm$ 6,55	19,93 $\pm$ 5,38	14,56 $\pm$ 5,47
t		-0,0948	-0,0154	0,3529	0,8331
Signifikant mit		0,95 > p > 0,90	0,99 > p > 0,98	0,80 > p > 0,70	0,50 > p > 0,40

Tabelle 34 a : Postoperativer Vergleich der Meßergebnisse von Patienten mit prae - bzw. intraoperativer Stenose oder duodeno - gastralem Reflux ($\bar{x}_{t/1}$, n = 7) zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14).
Unverbundener t - Test.

	0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.
$\bar{x}_{t/1}$	26,80	+	8,78	15,22	+	6,09	8,26	+	4,41	9,02	+	6,76
$\bar{x}_{t/2}$	22,68	+	7,17	13,19	+	4,29	11,62	+	4,14	10,66	+	4,72
t	1,1537			0,8895			-1,7171			-0,6504		
Signifikant mit	0,30	>	p > 0,20	0,40	>	p > 0,30	0,20	>	p > 0,10	0,60	>	p > 0,50
	40	-	50	50	-	60	60	-	70	70	-	80 min.
$\bar{x}_{t/1}$	8,93	+	2,80	5,85	+	4,98	5,62	+	1,91	4,07	+	1,50
$\bar{x}_{t/2}$	9,29	+	3,70	6,08	+	5,16	6,56	+	3,44	5,37	+	1,85
t	-0,2260			-0,0973			-0,6677			-1,6075		
Signifikant mit	0,90	>	p > 0,80	0,95	>	p > 0,90	0,60	>	p > 0,50	0,20	>	p > 0,10

Tabelle 34 b : Postoperativer Vergleich der Entleerungsraten von Patienten mit prae - bzw. intraoperativer Stenose oder duodeno - gastralem Reflux ($\bar{x}_{t/1}$, n = 7) zur Kontrollgruppe($\bar{x}_{t/2}$, n = 14).
Unverbundener t - Test.

	10	20	30	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$	70,52 ±	60,05 ±	51,08 ±	44,19 ±	10,62
$\bar{x}_{t/2}$	77,32 ±	64,14 ±	52,48 ±	41,86 ±	7,68
t	-2,9005	-1,2384	-0,3961	0,6476	
Signifikant mit	0,01 > p > 0,005	0,30 > p > 0,20	0,70 > p > 0,60	0,60 > p > 0,50	
	50	60	70	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$	38,75 ±	31,06 ±	23,50 ±	19,55 ±	6,09
$\bar{x}_{t/2}$	32,57 ±	26,49 ±	19,93 ±	14,56 ±	5,47
t	1,6339	1,6179	1,5700	2,2012	
Signifikant mit	0,20 > p > 0,10	0,20 > p > 0,10	0,20 > p > 0,10	0,05 > p > 0,025	

Tabelle 35 a : Postoperativer Vergleich der Meßergebnisse von Patienten ohne prae - bzw. intraoperative Stenose oder duodeno - gastralem Reflux ($\bar{x}_{t/1}$, n = 12) zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14).
Unverbundener t - Test.

	0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.
$\bar{x}_{t/1}$	29,48	±	4,09	10,47	±	6,75	8,97	±	5,51	6,89	±	4,14
$\bar{x}_{t/2}$	22,68	±	7,17	13,19	±	4,29	11,62	±	4,14	10,66	±	4,72
t	2,9005			-1,2448			-1,3986			-2,1470		
Signifikant mit	0,01	>	p > 0,005	0,30	>	p > 0,20	0,20	>	p > 0,10	0,05	>	p > 0,025
	40	-	50	50	-	60	60	-	70	70	-	80 min.
$\bar{x}_{t/1}$	5,44	±	4,48	7,69	±	5,34	7,56	±	3,93	3,95	±	2,64
$\bar{x}_{t/2}$	9,29	±	3,70	6,08	±	5,16	6,56	±	3,44	5,37	±	1,85
t	-2,4010			0,7805			0,6921			-1,6065		
Signifikant mit	0,025	>	p > 0,02	0,50	>	p > 0,40	0,50	>	p > 0,40	0,20	>	p > 0,10

Tabelle 35 b: Postoperativer Vergleich der Entleerungsraten von Patienten ohne prae - bzw. intraoperative Stenose oder duodeno - gastralem Reflux ($\bar{x}_{t/1}$, n = 12) zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14).
Unverbundener t - Test.

	10	20	30	40 min.
$\bar{x}_{t/1}$	93,19 $\pm$	87,43 $\pm$	79,95 $\pm$	76,27 $\pm$
$\bar{x}_{t/2}$	87,46 $\pm$	77,33 $\pm$	69,21 $\pm$	61,38 $\pm$
t	2,3202	3,0034	2,5360	3,5371
Signifikant mit	0,05 $> p > 0,025$	0,01 $> p > 0,005$	0,02 $> p > 0,01$	0,005 $> p > 0,001$

	50	60	70	80 min.
$\bar{x}_{t/1}$	70,24 $\pm$	57,95 $\pm$	51,55 $\pm$	47,18 $\pm$
$\bar{x}_{t/2}$	55,92 $\pm$	50,21 $\pm$	43,38 $\pm$	38,65 $\pm$
t	3,3167	1,6071	1,8924	2,0413
Signifikant mit	0,005 $> p > 0,001$	0,20 $> p > 0,10$	0,10 $> p > 0,05$	0,10 $> p > 0,05$

Tabelle 36a: Praeoperativer Vergleich von Patienten mit ($\bar{x}_{t/1}$, $n = 8$) zu ohne ($\bar{x}_{t/2}$, $n = 18$)

prae - bzw. intraoperative Stenose oder duodeno - gastralen Reflux, Unverbundener t - Test.

	0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.
$\bar{x}_{t/1}$	6,81	+	3,59	5,76	+	3,13	7,48	+	2,88	3,68	+	6,96
$\bar{x}_{t/2}$	12,54	+	6,51	10,13	+	5,71	8,12	+	5,04	7,83	+	4,72
t	-2,3202			-2,0188			-0,3334			-1,7858		
Signifikant mit	0,05 > p > 0,025		0,10 > p > 0,05	0,80 > p > 0,70			0,10 > p > 0,05			0,10 > p > 0,05		

	40	-	50	50	-	60	60	-	70	70	-	80 min.
$\bar{x}_{t/1}$	6,03	+	3,72	12,29	+	6,03	6,41	+	7,47	4,37	+	2,66
$\bar{x}_{t/2}$	5,45	+	4,97	5,71	+	4,79	6,83	+	4,85	4,73	+	4,61
t	0,2942			2,9881			-0,1722			-0,2048		
Signifikant mit	0,80 > p > 0,70		0,01 > p > 0,005	0,90 > p > 0,80			0,90 > p > 0,80			0,90 > p > 0,80		

Tabelle 36b : Praeoperativer Vergleich der Entleerungsraten von Patienten mit ($\bar{x}_{t/1}$, n = 8)

zu ohne ($\bar{x}_{t/2}$, n = 18) prae - bzw. intraoperativer Stenose oder duodeno - gastralem Reflux. Unverbundener t - Test.

	10	20	30	40 min.
$\bar{x}_{t/1}$	73,20 ±	57,98 ±	49,72 ±	41,23 ±
$\bar{x}_{t/2}$	70,52 ±	60,05 ±	51,08 ±	44,15 ±
t	0,9116	-0,5381	-0,3070	-0,6808
Signifikant mit	0,40 > p > 0,30	0,60 > p > 0,50	0,80 > p > 0,70	0,60 > p > 0,50
	50	60	70	80 min.
$\bar{x}_{t/1}$	32,30 ±	26,45 ±	20,38 ±	16,76 ±
$\bar{x}_{t/2}$	38,75 ±	31,04 ±	23,50 ±	19,55 ±
t	-1,3022	-1,3262	-0,9290	-0,9584
Signifikant mit	0,30 > p > 0,20	0,30 > p > 0,20	0,40 > p > 0,30	0,40 > p > 0,30

Tabelle 37a : Postoperativer Vergleich der Patienten mit ($\bar{x}_{t/1}$, n = 7) zu ohne ($\bar{x}_{t/2}$, n = 12) prae - bzw. intraoperativer Stenose oder duodeno - gastralem Reflux.
 Unverbundener t - Test.

	0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.
$\bar{x}_{t/1}$	26,80	±	8,78	15,22	±	6,09	8,26	±	4,41	9,02	±	6,76
$\bar{x}_{t/2}$	29,48	±	4,09	10,47	±	6,75	8,97	±	5,51	6,89	±	4,14
t	-0,9116			1,5307			-0,2900			0,8534		
Signifikant mit	0,40	>	p > 0,30	0,20	>	p > 0,10	0,80	>	p > 0,70	0,50	>	p > 0,40
	40	-	50	50	-	60	60	-	70	70	-	80 min.
$\bar{x}_{t/1}$	8,93	±	2,80	5,85	±	4,98	5,62	±	1,91	4,07	±	1,50
$\bar{x}_{t/2}$	5,44	±	4,48	7,69	±	5,34	7,56	±	3,93	3,95	±	2,64
t	1,8488			-0,7418			-1,2145			0,1096		
Signifikant mit	0,10	>	p > 0,05	0,50	>	p > 0,40	0,30	>	p > 0,20	0,95	>	p > 0,90

Tabelle 37 b : Postoperativer Vergleich der Entleerungsraten von Patienten mit ($\bar{x}_{t/1}$, n = 7) zu ohne ($\bar{x}_{t/2}$, n = 12) prae - bzw. intraoperative Stenose oder duodeno - gastralem Reflux.
Unverbundener t - Test.

	10	20	30	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$	71,16 ±	62,02 ±	54,04 ±	45,10 ±	7,68
$\bar{x}_{t/2}$	72,25 ±	55,82 ±	46,31 ±	38,61 ±	5,77
t	-0,3250	1,5998	1,8738	1,9119	
Signifikant mit	0,80 > p > 0,70	0,20 > p > 0,10	0,10 > p > 0,05	0,10 > p > 0,05	
	50	60	70	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$	38,49 ±	30,34 ±	22,71 ±	18,53 ±	2,96
$\bar{x}_{t/2}$	32,25 ±	28,21 ±	22,08 ±	18,50 ±	4,40
t	1,5887	0,8190	0,3723	0,0127	
Signifikant mit	0,20 > p > 0,10	0,50 > p > 0,40	0,80 > p > 0,70	0,995 > p > 0,99	

Tabelle 38 a : Vergleich von Patienten mit submuköser Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/1}$, n = 8) zu Patienten mit offener Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/2}$, n = 8).
Unverbundener t - Test.

		0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.	
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA	28,64	±	4,22	9,14	±	5,59	7,99	±	4,86	8,94	±	3,20
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA	27,75	±	8,48	16,14	±	6,56	9,50	±	6,13	7,70	±	6,54
t			0,3250			-2,3858			-0,5460			0,4817		
Signifikant mit			0,80	> p	> 0,70	0,05	> p	> 0,025	0,60	> p	> 0,50	0,70	> p	> 0,60
			40	-	50	50	-	60	60	-	70	70	-	80 min.
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA	6,74	±	4,84	8,15	±	5,02	7,64	±	4,80	4,66	±	3,06
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA	6,36	±	2,82	4,04	±	3,70	6,13	±	2,16	3,58	±	1,61
t			0,1919			1,8641			0,8114			0,8834		
Signifikant mit			0,90	> p	> 0,80	0,10	> p	> 0,05	0,50	> p	> 0,40	0,40	> p	> 0,30

Tabelle 38 b : Vergleich der Entleerungsraten von Patienten mit submuköser Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/1}$, n = 8) zu Patienten mit offener Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/2}$, n = 8). Unverbundener t - Test.

	10	20	30	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$	68,99 ±	56,83 ±	46,15 ±	41,37 ±	5,59
$\bar{x}_{t/2}$	71,16 ±	62,02 ±	54,04 ±	45,10 ±	7,48
t	-0,6279	-0,8778	-1,3986	-0,6336	
Signifikant mit	0,60 > p > 0,50	0,50 > p > 0,40	0,20 > p > 0,10	0,60 > p > 0,50	
	50	60	70	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$	29,49 ±	19,80 ±	14,16 ±	9,68 ±	0,65
$\bar{x}_{t/2}$	38,49 ±	30,34 ±	22,71 ±	18,53 ±	2,96
t	-1,2890	-2,4730	-4,9381	-4,0250	
Signifikant mit	0,30 > p > 0,20	0,05 > p > 0,025	0,005 > p > 0,001	0,005 > p > 0,001	

Tabelle 39 a : Vergleich von Patienten mit Pylorotomie ($\bar{x}_{t/1}$, n = 2) zu Patienten mit submuköser Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/2}$, n = 8). Unverbundener t - Test.

		0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.		
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA		31,02	+	5,34	12,16	+	2,58	10,69	+	1,85	4,78	+	0,98
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA		28,84	+	4,22	9,14	+	5,59	7,99	+	4,86	8,94	+	3,20
t				0,6342			0,7197			0,7436			-1,7463		
Signifikant mit				0,60 > p	> 0,50		0,50 > p	> 0,40		0,50 > p	> 0,40		0,20 > p	> 0,10	

		40	-	50	50	-	60	60	-	70	70	-	80 min.		
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA		11,89	+	2,14	9,69	+	4,80	5,65	+	0,25	4,48	+	0,46
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA		6,74	+	4,84	8,15	+	5,02	7,64	+	4,80	4,66	+	3,06
t				1,4192			0,3901			-0,5605			-0,0794		
Signifikant mit				0,20 > p	> 0,10		0,80 > p	> 0,70		0,60 > p	> 0,50		0,95 > p	> 0,90	

Tabelle 39b : Vergleich der Entleerungsraten von Patienten mit Pylorotomie ($\bar{x}_{t/1}$, n = 2) zu Patienten mit submuköser Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/2}$, n = 8). Unverbundener t - Test.

	10	20	30	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$	68,99 ±	56,83 ±	46,15 ±	41,37 ±	5,59
$\bar{x}_{t/2}$	72,25 ±	55,82 ±	46,32 ±	38,61 ±	5,77
t	-0,5057	0,1791	-0,0247	0,6076	
Signifikant mit	0,70 > p > 0,60	0,90 > p > 0,80	0,99 > p > 0,98	0,60 > p > 0,50	
	50	60	70	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$	29,49 ±	19,80 ±	14,16 ±	9,68 ±	0,65
$\bar{x}_{t/2}$	32,25 ±	28,21 ±	22,08 ±	18,50 ±	4,40
t	-0,6113	-2,4577	-2,5541	-2,7079	
Signifikant mit	0,60 > p > 0,50	0,05 > p > 0,025	0,05 > p > 0,025	0,05 > p > 0,025	

Tabelle 40a : Vergleich von Patienten mit Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/2}$, n = 8).
offener Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/1}$, n = 2) zu Patienten mit
Unverbundener t - Test .

		0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.		
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA		31,02	±	5,34	12,16	+	2,58	10,69	+	1,85	4,78	+	0,98
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA		27,75	±	8,48	16,41	+	6,56	9,50	±	6,13	7,70	±	6,54
t				0,5057			-0,8666			0,2608			-0,6028		
Signifikant mit				0,70 > p	>	0,60	0,50 > p	>	0,40	0,90 > p	>	0,80	0,60 > p	>	0,50
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA		11,89	±	2,14	9,69	+	4,80	5,65	+	0,25	4,48	+	0,46
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA		6,36	±	2,82	4,04	+	3,70	6,13	+	2,16	3,58	±	1,61
t				2,5490			1,8540			-0,3002			0,7515		
Signifikant mit				0,05 > p	>	0,025	0,20 > p	>	0,10	0,80 > p	>	0,70	0,50 > p	>	0,40

Tabelle 40b : Vergleich der Entleerungsraten von Patienten mit Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/1}$, n = 2) zu Patienten mit offener Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/2}$, n = 8). Unverbundener t - Test.

	10	20	30	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$	71,16 ±	4,22	54,04 ±	7,43	45,10 ±
$\bar{x}_{t/2}$	77,32 ±	7,17	52,48 ±	7,56	41,86 ±
t	-2,2101	-0,6380	0,4675	0,9528	
Signifikant mit	0,05 > p > 0,025	0,60 > p > 0,50	0,70 > p > 0,60	0,40 > p > 0,30	
	50	60	70	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$	38,49 ±	9,35	22,71 ±	2,20	18,53 ±
$\bar{x}_{t/2}$	32,57 ±	6,61	19,93 ±	5,38	14,56 ±
t	1,7365	1,3830	1,3757	1,8863	
Signifikant mit	0,10 > p > 0,05	0,20 > p > 0,10	0,20 > p > 0,10	0,10 > p > 0,05	

Tabelle 41 a : Vergleich der Meßergebnisse von Patienten mit submuköser Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/1}$, n = 8) zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14). Unverbundener t - Test.

	0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.
$\bar{x}_{t/1}$	28,84	+	4,22	9,14	+	5,59	7,99	+	4,86	8,94	+	3,20
$\bar{x}_{t/2}$	22,68	+	7,17	13,19	+	4,29	11,62	+	4,14	10,66	+	4,72
t	2,2101			-1,9096			-1,8592			-0,9131		
Signifikant mit	0,05 > p > 0,025			0,10 > p > 0,05			0,10 > p > 0,05			0,40 > p > 0,30		
	40	-	50	50	-	60	60	-	70	70	-	80 min.
$\bar{x}_{t/1}$	6,74	+	4,84	8,15	+	5,02	7,64	+	4,80	4,66	+	3,06
$\bar{x}_{t/2}$	9,29	+	3,70	6,08	+	5,16	6,56	+	3,44	5,37	+	1,85
t	-1,3915			0,9137			0,6139			-0,6926		
Signifikant mit	0,20 > p > 0,10			0,40 > p > 0,30			0,60 > p > 0,50			0,50 > p > 0,40		

Tabelle 41b : Vergleich der Entleerungsraten von Patienten mit submuköse Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/1}$, n = 8) zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14). Unverbundener t - Test.

	10	20	30	40 min.
$\bar{x}_{t/1}$	72,25 ±	55,82 ±	46,31 ±	38,61 ±
$\bar{x}_{t/2}$	77,32 ±	64,14 ±	52,48 ±	41,86 ±
t	-1,4973	-2,5536	-1,7196	-1,0356
Signifikant mit	0,20 > p > 0,10	0,02 > p > 0,01	0,20 > p > 0,10	0,40 > p > 0,30

	50	60	70	80 min.
$\bar{x}_{t/1}$	32,25 ±	28,21 ±	22,08 ±	18,50 ±
$\bar{x}_{t/2}$	32,57 ±	26,49 ±	19,93 ±	14,56 ±
t	-0,1137	0,6527	0,9697	1,7375
Signifikant mit	0,95 > p > 0,90	0,60 > p > 0,50	0,40 > p > 0,30	0,10 > p > 0,05

Tabelle 42a : Vergleich der Meßergebnisse von Patienten mit offener Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/1}$, n = 8)
zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14). Unverbundener t - Test.

	0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.
$\bar{x}_{t/1}$	27,75	±	8,48	16,41	±	6,56	9,50	±	6,13	7,70	±	6,54
$\bar{x}_{t/2}$	22,68	±	7,17	13,19	±	4,29	11,62	±	4,14	10,66	±	4,72
t	1,4973			1,3976			-0,9705			-1,2307		
Signifikant mit	0,20	> p	> 0,10	0,20	> p	> 0,10	0,40	> p	> 0,30	0,30	> p	> 0,20
	40	-	50	50	-	60	60	-	70	70	-	80 min.
$\bar{x}_{t/1}$	6,36	±	2,82	4,04	±	3,70	6,13	±	2,16	3,58	±	1,61
$\bar{x}_{t/2}$	9,29	±	3,70	6,08	±	5,16	6,56	±	3,44	5,37	±	1,85
t	-1,9342			-0,9792			-0,3177			-2,2822		
Signifikant mit	0,10	> p	> 0,05	0,40	> p	> 0,30	0,80	> p	> 0,70	0,05	> p	> 0,025

Tabelle 42b : Vergleich der Entleerungsraten von Patienten mit offener Pyloroplastik ($\bar{x}_{t/1}$, n = 8) zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14). Unverbundener t - Test.

	10	20	30	40	min.
$\bar{x}_{t/1}$	68,99 ±	58,83 ±	46,15 ±	41,37 ±	5,59
$\bar{x}_{t/2}$	77,32 ±	64,14 ±	52,48 ±	41,86 ±	7,68
t	-1,5638	-1,3806	-1,1333	-0,0853	
Signifikant mit	0,20 > p > 0,10	0,20 > p > 0,10	0,30 > p > 0,20	0,95 > p > 0,90	
	50	60	70	80	min.
$\bar{x}_{t/1}$	29,49 ±	19,80 ±	14,16 ±	9,68 ±	0,65
$\bar{x}_{t/2}$	32,57 ±	26,49 ±	19,93 ±	14,56 ±	5,47
t	-0,6348	-1,4006	-1,4713	-1,2253	
Signifikant mit	0,60 > p > 0,50	0,20 > p > 0,10	0,20 > p > 0,10	0,30 > p > 0,20	

Tabelle 43 a : Vergleich der Meßergebnisse von Patienten mit Pylorektomie ($\bar{x}_{t/1}$, n = 2)
zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14). Unverbundener t - Test.

		0	-	10	10	-	20	20	-	30	30	-	40 min.					
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA		31,02	+	5,34		12,16	+	2,58		10,69	+	1,85		4,78	+	0,98
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA		22,68	+	7,17		13,19	+	4,29		11,62	+	4,14		10,66	+	4,72
t				1,5638				-0,3251				-0,3060				-1,7074		
Signifikant mit				0,20	> p	> 0,10		0,80	> p	> 0,70		0,80	> p	> 0,70		0,20	> p	> 0,10
				40	-	50		50	-	60		60	-	70		70	-	80 min.
$\bar{x}_{t/1}$	+	SA		11,89	+	2,14		9,69	+	4,80		5,65	+	0,25		4,48	+	0,46
$\bar{x}_{t/2}$	+	SA		9,29	+	3,70		6,08	+	5,16		6,56	+	3,44		5,37	+	1,85
t				0,9525				0,9300				-0,3631				-0,6589		
Signifikant mit				0,40	> p	> 0,30		0,40	> p	> 0,30		0,80	> p	> 0,70		0,60	> p	> 0,50

Tabelle 43 b : Vergleich der Entleerungsraten von Patienten mit Pylorotomie ($\bar{x}_{t/1}$, n = 2)
zur Kontrollgruppe ($\bar{x}_{t/2}$, n = 14). Unverbundener t - Test.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1) AMDRUP, E. , JENSEN, H. E. , JOHNSTON, D. , WALKER, B. E. ,
GOLIGHER, J. C. : Clinical results of parietal cell vagotomy
(highly selectiv vagotomy) two to four years after operation.
Ann.Surg. 180 (1974) 279
- 2) BAUER, H. , ANDERSSON, S. , OKUKUBO, F. , KAHN, F. , SCHMIDT,
G. , HOLLE, F. : Die nichtresezierende Chirurgie des Gastro -
- Duodenal - Ulkus. Pathophysiologische Grundlagen.
Münch. med. Wschr. 118 (1976) 767
- 3) BAUER, H. , BRÜCKNER, W. , WELSCH, K. H. , HOLLE, F. :
Die nichtresezierende Chirurgie des Gastro-Duodenal-Ulkus.
Klinische Resultate.
Münch. med Wschr. 118 (1976) 785
- 4) BERGER, H. G. , MEVES, M. , BITTNER, L. , BITTNER, R. :
Untersuchungen zur Beziehung von Magenmotorik, Gastrin-
sekretion und HCl - Bildung bei Ulcus - duodeni - Patienten
- 5) BUSSE, M. : Sonographische Studien der Magenentleerung bei
gesunden Kontrollpersonen
Inaugural - Dissertation , München 1978 (im Druck).
- 6) CLASSEN, M. , PHILLIP, J. : Störungen der gastralen Motorik.
In : Handbuch der Inneren Medizin, Hrsg. L. Demling.
Springer - Verlag, Berlin 1974

- 7) COLMER, M. R. , OWEN, G. M. , SHIELDS, R. : Pattern of gastric emptying after vagotomy and pyloroplasty.
Br. Med. J. 2 : 448 - 450, 1973
- 8) DEMLING, L. : Änderungen der Magenphysiologie nach Magenoperationen.
Münch. med Wschr. 116 (1974) 1857
- 9) DEMLING, L. : Physiologie des Magens.
In : Handbuch der Inneren Medizin, Hrsg. L. Demling,
Springer - Verlag Berlin 1974
- 10) FROMMHOLD, H. : Diagnostischer Ultraschall. Ein modernes Untersuchungsverfahren.
Ärztliche Forschung 26 : 12
- 11) GRIFFITH, H. G. , OWEN, G. M. , CAMPBELL, H. et al. :
Gastric emptying in health and gastroduodenal disease.
Gastroenterology 54 : 1 - 7, 1968
- 12) GRIFFITH, H. G. , OWEN, G. M. , KIRKMAN, S. , SHIELDS, S. :
Measurement of rate of gastric emptying using chromium - 51
Lancet 1 : 1244 - 1245 , 1966
- 13) HEADING, R. C. , TOTHILL, P. , McLOUGHLIN, G. P. ,
SHEARMAN, D. J. C. : Gastric emptying rate measurement in man. A double isotope scanning technique for simultaneous study of liquid and solid components of a meal.
Gastroenterology 71 : 45 - 50 , 1974

- 14) HOLLE, F. : Die Entwicklung einer physiologischen Methode für die Ulkuschirurgie.
DMW 97 (1972) 779

- 15) HOLLE, F. : Individualisierende chirurgische Behandlung des Gastroduodenalulkus (GDU).
In : Handbuch der Inneren Medizin, Hrsg. L. DEMLING,
Springer, Berlin 1974

- 16) HOLLE, F. , ANDERSSON, S. : Vagotomy. Latest Advances.
Springer, Berlin - Heidelberg - New York, 1974

- 17) HUNT, J. N. , KNOX, M. F. : Regulation of gastric emptying.
In : CODE, C. F. : Handbook of Physiology, Sect. b, Vol. IV,
Motility, Chapt. 94, Williams & Wilkins, Baltimore, 1968

- 18) HUNT, J. N. , SPURRELL, W. R. : The pattern of emptying of human stomach.
J. Physiol. 113 : 157 - 168 , 1951

- 19) KOPP, E. : Wirkung von Metoclopramid auf die Magenentleerung.
Schweiz. med. Wschr. 105 (1975)

- 20) KRESSE, H. : Sonographie: Methodisch - physikalische Grundlagen, Apparaturen.
Internist 17, 539 - 548 (1976)

- 21) MOBERG, S. , CARLBERGER, G. , BARANY, F. , LUNDH, G. :
Gastric emptying in ulcer patients before and after partial gastrectomy and selectiv proximal vagotomy.
Rendic. Gastroenterology 1972 / 4, 1 - 7

- 22) MOBERG, S. , CARLBERGER, G. : Gastric emptying in healthy subjects and in patients with various malabsorptive states.
Scand. J. Gastroent. 9 (1974)
- 23) MOBERG, S. : Gastric emptying and duodenal digestion before and after partial gastrectomy and SPV.
Scand. J. Gastroent. 9, Suppl. (1974) 24 .
- 24) STAUCH, G. W. , BÖTTCHER, J. : Magensequenz - Szintigraphie und Messung der Entleerungszeit bei vagotomierten Patienten.
Leber Magen Darm 6 Nr. 3 (1976) 163 - 167
- 25) STEIN, G. W. , BRETTEL, H. F. , GARTEN, Th. : Volumenbestimmung des Mageninhaltes mit dem Ultraschall - B - Verfahren.
Münch. med. Wschr. 114 (1972) 1871
- 26) THOMAS, J. E. : Gastric emptying.
In : The Stomach, ed. by Ch. M. THOMPSON, D. BERKOWITZ and E. POLISH. Grune & Stratton, New York - London, 1967
- 27) THOMAS, J. E. , MARJORIE v. BALDWIN : Pathways and mechanisms of regulation of gastric motility.
In : Handbook of Physiology, CODE, C. F. , Sect. b, Vol. IV Motility, Chapt. 95. Williams & Wilkins, Baltimore 1968
- 28) WILBUR, B. G. , KELLY, A. K. : Effect of proximal gastric, selectiv gastric and truncal vagotomy on canine gastric electrical activity, motility and emptying.
Ann. Surg. 178 (1973) 295

LEBENS LAUF

Ich, Vinzenz Rudolf Bundschuh, wurde am 9. April 1953 als Sohn des Bäckermeisters Vinzenz Bundschuh und dessen Ehefrau Maria in Riedlingen, jetzt Donauwörth, geboren.

Nach dem Besuch der Grundschule in Nördlingen wechselte ich 1963 auf das dortige Theodor - Heuss - Gymnasium über, wo ich 1972 mit dem Notendurchschnitt 1,18 die Reifeprüfung bestand.

Noch im gleichen Jahr begann ich das Studium der Humanmedizin an der Ludwig Maximilians - Universität München. Für die Studienzeit wurde mir das Bayerische Hochbegabtenstipendium gewährt. 1975 legte ich die ärztliche Vorprüfung und 1976 sowie 1978 die ersten beiden Abschnitte der ärztlichen Prüfung mit Erfolg ab. Der dritte und letzte Teil der ärztlichen Prüfung ist für März 1979 vorgesehen.

DANK

Zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Priv. Doz. Dr. W. Brückner für die freundliche Überlassung des Themas, sowie Herrn Prof. Dr. F. Holle und Herrn Prof. Dr. K. W. Frey für die Arbeitsmöglichkeit an der Poliklinik der Universität München.

Ein besonders herzliches Dankeschön möchte ich Herrn Dr. med. F. Okukubo für sein unermüdliches persönliches und finanzielles Engagement aussprechen.

Weiterhin danke ich allen ungenannten Mitarbeitern der Poliklinik, die durch ihr Entgegenkommen zum Gelingen dieser Arbeit beitrugen.

Nicht vergessen möchte ich Cathy, die stets Verständnis für diese Arbeit aufbrachte.

